

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Механіко-машинобудівний інститут**

**Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.А.Пасічник

(підпис)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Дипломний проект**

**на здобуття ступеня бакалавра**

з напрямку підготовки -

**133 Галузеве машинобудування**

(код і назва)

на тему: Розвертка збірна насадна \_\_\_\_\_

Виконав (-ла): студент (-ка) III курсу, групи МІ-пб1

(шифр групи)

Юскевич Захар Ігорович \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник доцент к.т.н Адаменко Ю.І. \_\_\_\_\_

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Консультант \_\_\_\_\_

(назва розділу)

\_\_\_\_\_ (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному  
проекті немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут (факультет) Механіко-машинобудівний

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 133 Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.А.Пасічник  
(підпис)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ  
на дипломний проект студенту**

Юскевич Захар Ігорович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Розвертка збірна насадна \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

керівник проекту к.т.н Доцент Адаменко Ю. І. \_\_\_\_\_,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом проекту 30 травня 2019 \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проекту оброблювальний матеріал – чавун сірий ,  
діаметр отвору Ø 72 мм. Н7 \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Зміст пояснювальної записки Аналіз конструкцій розверток, розробка  
конструкції розвертки, вибір конструктивних та геометричних параметрів,  
технологія виготовлення розвертки, розрахунок припусків і режимів  
різання, розробка технологічного пристосування. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) Аналіз конструкції розверток, складальний кресленик інструменту, чотири операції технологічного процесу, складальне креслення пристосування для обробки пазу \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Консультанти розділів проекту\*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 06.03.19 \_\_\_\_\_

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналіз конструкції інструментів	20.03.19	
2	Розробка конструкції розвертки	03.04.19	
3	Розробка технології виготовлення	17.04.19	
4	Розробка та розрахунок технологічного пристосування	01.05.19	
5	Оформлення пояснювальної записки	20.05.19	
6	Представлення роботи до захисту	30.05.19	

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(ініціали, прізвище)

\_\_\_\_\_

\* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

«Затверджую»

\_\_\_\_\_ В.А.Пасічник

«\_\_»\_\_\_\_\_20\_\_р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ	
Тема проекту	Розвертка збірна насадна
Зміст проекту	Розробка конструкції та технології виготовлення розвертки збірної насадної
Технічні умови до проекту	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Матеріал деталі – чавун сірий сч20</li><li>2. Поверхні що обробляються – отвір Ø72мм. Н7</li><li>3. Різальна частина – твердий сплав вк8</li><li>4. Спосіб кріплення різальних елементів – механічний гвинтом</li></ol>
Особливі вимоги	Забезпечення обробку отвору Ø72мм. Н7. Шорсткість поверхні Ra0.32
ЛИСТ	ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ
СП	Аналіз конструкції розвертки
ОП	Розробка складального кресленика та корпусу розвертки. Розробка 3D моделі.

ТС	<p>Графічне представлення операцій технологічного процесу</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Точіння корпусу</li> <li>- Фрезерування поперечного паза</li> <li>- Фрезерування пазів під ножі</li> <li>- Шліфування посадочного отвору</li> </ul>
КС	Розробка та розрахунок технологічного пристосування для обробки паза
СП	Аналіз конструктивних елементів розвертки
НУ	
<p>Студент Юскевич З.І. дата «06» ____ 03 ____ 2019р.</p> <p>Викладач Адаменко Ю.І дата «06» ____ 03 ____ 2019р.</p>	

## **АНОТАЦІЯ**

Дипломний проект присвячений розробці розвертки для оброблення отвору діаметром Ø72 мм. у деталі із сірого чавуну. Були розглянуті стандартні конструкції та конструкції різних виробників, проведений аналіз і синтез свого інструменту. Розроблена 3D модель, складальне креслення та технологія виготовлення насадної розвертки. Спроектовано затискний механізм для операції фрезерування поперечного пазу. Розглянуто і обрано оправку для закріплення розвертки на верстаті.

Ключові слова: розвертка збірна насадна, вставні ножі, обробка сірого чавуну, фрезерування поперечного пазу, оправки для насадних розверток.

## **ANOTATION**

This thesis is devoted to the development of a reamer for processing the hole with Ø72 mm diameter. In the part of gray cast iron. Were considered standard designs and designs of different manufacturers, conducted analysis and synthesis of its tool. Developed 3D model, assembly drawing and manufacturing technology for planing rotation. The clamping mechanism for the transverse groove milling is designed. The mandrel for fixing the rotation on the machine is considered and selected.

Keywords: analysis, development of the team of the plant, processing of gray cast iron, milling of the transverse groove, mandrel for forwarding rolls.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	2
1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ РОЗВЕРТОК .....	4
2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ РОЗВЕРТКИ .....	13
2.1. Вибір інструментального матеріалу.....	13
2.2 Вибір конструктивних елементів розвертки .....	16
2.3 Вибір геометричних параметрів розвертки.....	20
3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	24
3.1 Вибір заготовки .....	24
3.2 Оптимізація технологічного процесу .....	25
3.3 Маршрутна технологія виготовлення розвертки машинної.....	34
3.4 Розрахунок припусків.....	37
3.5 Розрахунок режимів різання .....	40
4 РОЗРОБКА ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАННЯ ПОПЕРЕЧНОГО ПАЗУ .....	49
5 ОПРАВКИ ДЛЯ НАСАДНОЇ РОЗВЕРТКИ.....	55
ЛІТЕРАТУРА.....	60

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ					
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата						
Розробив.		Юскевич.З.І			ЗМІСТ			Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив.		Адаменко Ю.І.,								
Н. Контр.										
Затверд.										
					НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» ММІ МІ-п61					

## ВСТУП

Розвертка – це багатолезовий осьовий різальний інструмент, призначений для підвищення точності форми та розмірів отвору та зменшення шорсткості поверхні після попередньої обробки свердлом, зенкером або розточувальним різцем.

Квалітет точності отворів після розвертування (обробки розверткою) становить IT6...IT9, а шорсткість поверхні – Ra 1,25...0,32 мкм. При цьому найкращі результати досягаються у випадку дворазового розвертування, коли перше (чорнове) розвертування знімає 2/3 припуску, а друге (чистове) – решту. Такі ж показники можна одержати при шліфуванні, однак після розвертування якість обробленої поверхні вища, тому, що на шліфованій поверхні залишаються частки абразиву, які приводять до прискореного зношування деталей, що сполучаються.

Висока якість обробки забезпечується тим, що розвертка має велике число різальних лез (4...14) і знімає малий припуск. Розвертка виконує обробку при своєму обертанні і одночасному поступальному русі вздовж осі отвору. Вона дозволяє зняти тонкий шар матеріалу (десяті-соті долі міліметра) з високою точністю. Крім циліндричних отворів розвертають конічні отвори (наприклад під інструментальні конуси) спеціальними конічними розвертками.

Завданням дипломного проекту є розробка розвертки для обробки наскрізного отвору для встановлення кулькового підшипника в деталі «корпус», із сірого чавуну СЧ-25. Точність отвору -  $\varnothing 72H7$ , шорсткість обробленої поверхні Ra 0,32 мкм.

Для вирішення поставленої задачі у роботі були вирішені наступні завдання:

1. Виконаний аналіз конструкцій розверток для обробки циліндричних отворів великого діаметру та вибрана базова конструкція для розробки інструменту.

2. Розроблена розвертка збірної конструкції, оснащена твердосплавними ножами.

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



3. Розроблений технологічний процес виготовлення інструменту, виконані розрахунки припусків на механічну обробку та режимів різання.

4. Розроблене технологічне пристосування для фрезерування пазу корпусу а виконаний його розрахунок.

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ РОЗВЕРТОК

Розвертки бувають різних форм конструкцій та розмірів. Тому розглянемо інструменти, якими можливо виконати дану операцію. Для розробки різального інструменту для заданих умов обробки необхідно проаналізувати конструкції стандартних інструментів, патентів та фірм-виробників різального інструменту.

Стандартом ГОСТ 1672 встановлені типи та розміри цільних чистових сталених машинних розверток для обробки отворів з полями допусків K7, H7, H8, H9. Тип 1 – це розвертки з циліндричним хвостовиком діаметром від 1,4 мм до 20 мм; тип 2 – це розвертки з конічним хвостовиком (конусом Морзе) діаметром від 5,5 мм до 50 мм; тип 3 – це насадні розвертки діаметром від 20 до 100 мм (рис. 1.1).

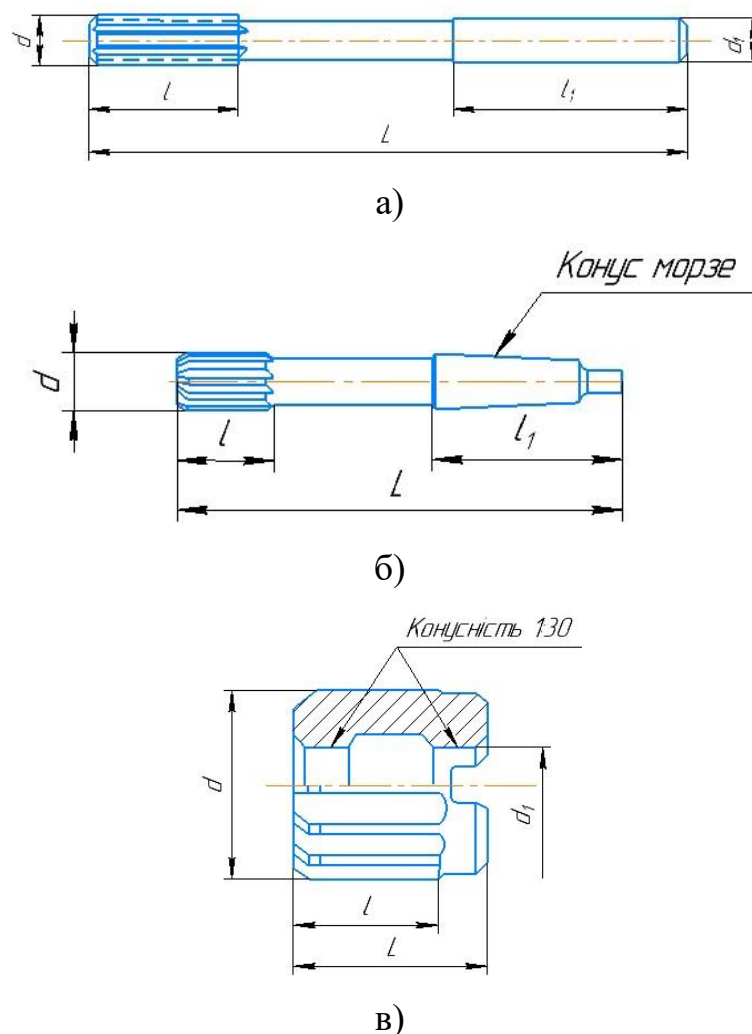


Рисунок 1.1 – Розвертки машинні цільні а) з циліндричним хвостовиком; б) з хвостовиком конус Морзе, в) насадні

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Очевидно, що розвертки з циліндричними та конічними хвостовиками не можуть бути вибрані для вирішення поставленої задачі, оскільки ними неможливо обробити отвір діаметром 72 мм. Тому може бути застосована лише насадна конструкція, що працює в діапазоні діаметрів від 20 мм до 100 мм.

Стандартна насадна розвертка за ГОСТ 20388 [2] виготовляється з швидкорізальної сталі і призначена для обробки отворів у деталях з легких сплавів діаметром від 25 до 80 мм (рис 1.2). Розвертка має захисний конус, крок зубів для підвищення точності обробки виконаний нерівномірним. Розвертка забезпечує оброблення отворів від IT7 до IT11. Переточується по передній поверхні. Основна перевага цієї конструкції - це її простота.

До недоліків можна віднести те, що для великих діаметрів така конструкція доволі громіздка і недоцільна витрата інструментального сплаву так як конструкція цільна, що приводить до підвищення її собівартості. Цільні конструкції, виготовлені з інструментальних сталей для обробки заданого отвору у деталі з сірого чавуну СЧ-25 не можуть забезпечити достатню стійкість інструменту.

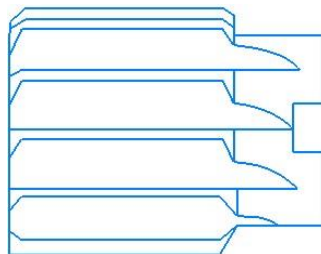


Рисунок 1.2 – Розвертка насадна для легких сплавів

Для обробки деталей з чавуну перевагу слід надавати інструменту з твердого сплаву. Стандарт ГОСТ 28321 встановлює типи та конструкції розверток, оснащених пластинами твердого сплаву.

Для обробки отворів діаметром до 32 мм використовують розвертки хвостові, оснащені конусом Морзе. А для обробки отворів діаметром від 25 до 80 мм застосовують насадні конструкції розверток. Для обробки отворів у деталях з конструкційних сталей та чавунів з допусками G6, H6, JS6, K6, G7, H7,

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

JS7, K7, M7, N7, P7, E8, U8, F8, H8, D9, E9, F9, H9, H10, H11 використовують машинні насадні прямозубі розвертки з припаяними твердосплавними пластинами (рис.1.3).

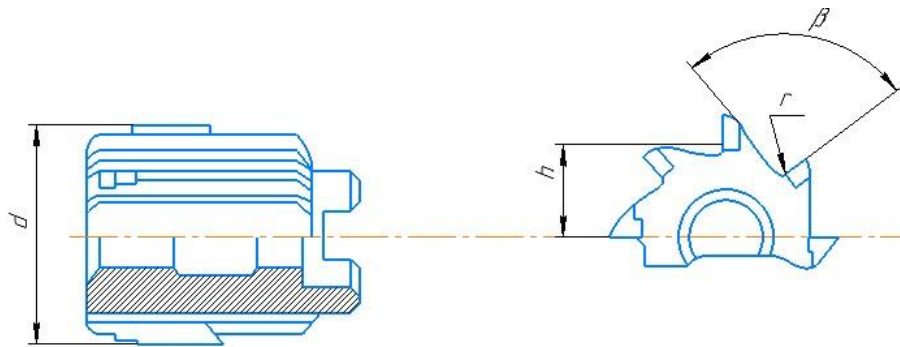


Рисунок 1.3 – Насадна розвертка з твердосплавними припаяними пластинами

Для обробки отворів у деталях з нержавіючих та жароміцних матеріалів крім прямозубих розверток використовують також насадні розвертки з лівим та правим напрямком канавок (рис. 1.4).

До переваг конструкції варто віднести високу точність та технологічність конструкції насадних фрез з конічним посадковим отвором та торцевим шпонковим пазом.

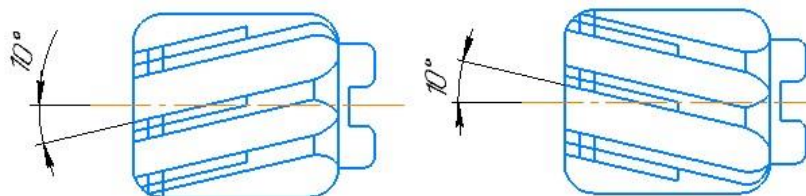


Рисунок 1.4 – Насадна розвертка з гвинтовими твердосплавними пластинами

Для обробки отворів в діапазоні діаметрів від 50 мм до 300 мм з полями допусків G6, H6, Js6, K6, G7, H7, Js7, K7, M7, N7, P7, E8, F8, H8, D9, E9, F9, H9, H10, H11 стандартом ГОСТ 11176 передбачені збірні розвертки з привернутими ножами з твердого сплаву (рис. 1.5). Розвертка складається з корпусу 1, в пазах якого встановлюються ножі 2, оснащені пластинами твердого сплаву та притискаються за до корпусу за допомогою гвинтів 3. Заточування інструменту відбувається в зборі, що забезпечує високу точність розмірів інструменту.

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

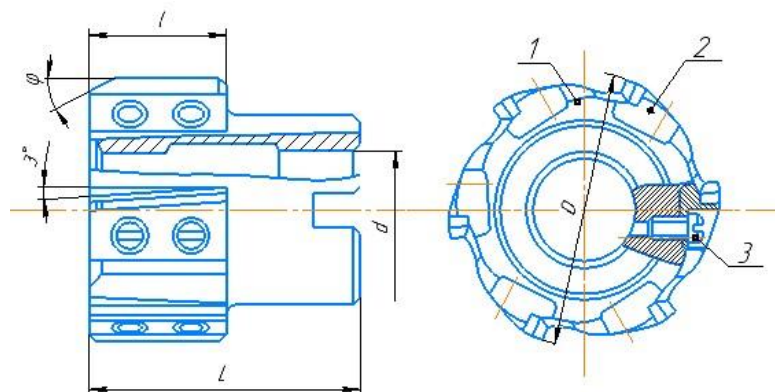


Рисунок 1.5 – Збірна насадна розвертка з привертними твердосплавними ножами

Відомі твердосплавні розвертки одностороннього різання Vifix фірми «SECO» [1]. Різальна частина розвертки складається із змінної різальної пластини, положення якої регулюється за допомогою гвинта 7 і кульки 6 (рис.1.6). Затискання пластини до опорної поверхні здійснюють за допомогою затискного гвинта 5 та тяги 4. Під час процесу різання виникають радіальні сили які мають бути врівноважені опорними елементами, що базуються по оброблювальному отворі (рис. 1.7). У даній конструкції одна (середня) пластина 3 розташована навпроти передньої площини різальної пластини 2.

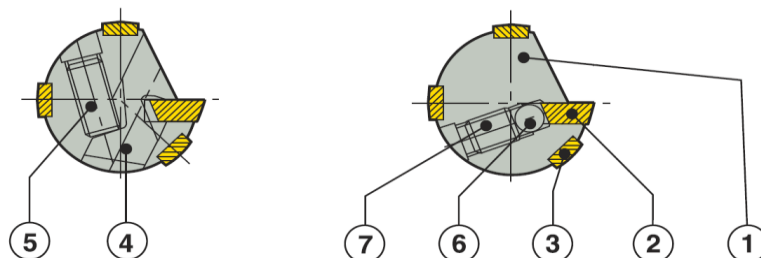


Рисунок 1.6 – Схема розвертки Vifix фірми «SECO».

1 - корпус; 2 - лезо; 3 - напрямна накладки; 4 - тяга;  
5 - затискний гвинт; 6 - регулююча кулька; 7 - регулюючий гвинт

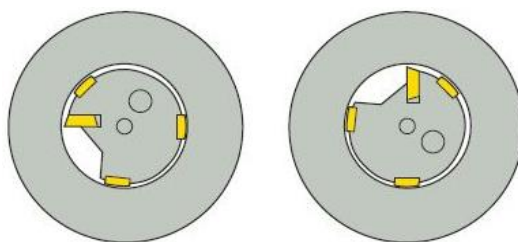


Рисунок 1.7 - Схема роботи розвертки Vifix

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для зниження нагріву та підвищення якості використовують внутрішнє підведення мастильно-охолоджуючої рідини (рис. 1.8). Призначені такі інструменти для обробки отворів від діаметром від 5 до 60 мм.

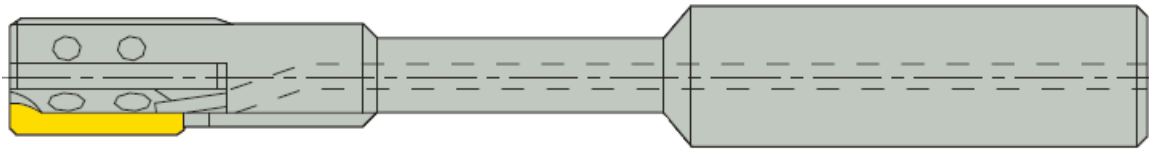


Рисунок 1.8 - Розвертки Bifix з внутрішніми каналами для підведення охолоджувальної рідини

До переваг конструкції можна віднести високу точність обробки (IT6) завдяки точності базування; розширення технологічних можливостей завдяки наявному регулюванню можна обробляти отвори з різними полями допусків. До недоліків можна віднести невисоку продуктивність бо розвертка має одне робоче лезо.

Precimaster Plus являє собою модульну систему розвертки від компанії «SECO» (рис.1.9) [1]. Дана система обладнана спеціальним з'єднанням, твердосплавними змінними головками і стандартними державками для обробки глухих і наскрізних отворів. Цей тип розверток дозволяє забезпечити дотримання допусків в межах 15 - 25 мкм і шорсткості поверхні від Ra 4 мкм до Ra 8 мкм.

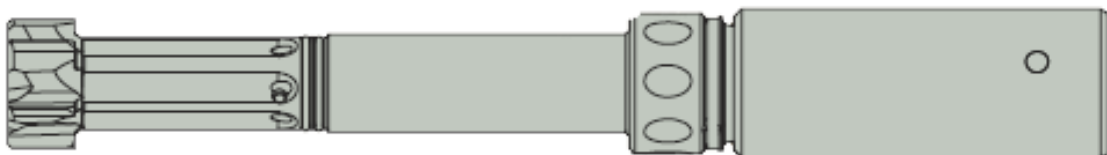


Рисунок 1.9 - Розвертка Precimaster Plus з плаваючим хвостовиком

Спеціальне з'єднання забезпечує міцне і надійне кріплення та високу точність.

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція Precimaster Plus використовує цільні твердосплавні змінні головки (рис. 1.10) діаметром в діапазоні від 10 мм до 60 мм з кріпленнями, сумісними з чотирма стандартними розмірами хвостовиків «SECO». Хвостовики є малої, середньої та великої довжини, щоб виконувати обробку в умовах обмеженого заднього кута, обробку отворів стандартної глибини і отворів діаметром до 10 x D відповідно.

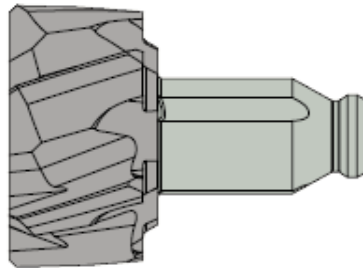


Рисунок 1.10 - Головка Precimaster з похилими канавками

До переваг можна віднести подачу МОР безпосередньо у зону різання; змінні хвостовики які забезпечують варіативність обробки.

Розвертка Xfix фірми «SECO» [1] являє собою збірну насадну розвертку (рис. 1.11) з багатограними непереточуваними пластинами. Такі інструменти дозволяють виконувати розвертання на глибину до  $6,5 \times D$  в діапазоні діаметрів від 39,5 мм до 154,5 мм. Пластини кріпляться до корпусу за допомогою гвинтів. В конструкції передбачене підведення МОР.

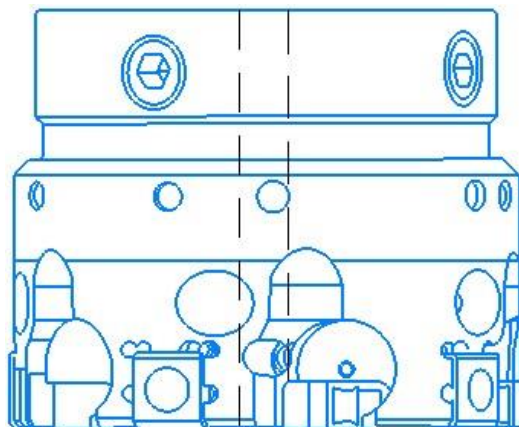


Рисунок 1.11 - Розвертка Xfix

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розвертка фірми «Komet» (рис 1.12) являє собою модульну конструкцію до складу якої входить корпус та ріжучі пластини [3]. Особливістю цієї розвертки є пластини спеціальної форми з трьома різальними кромками, та їх розміщення на корпусі, а саме на торці. Пластинки кріпляться гвинтами і щільно прилягають до опорного циліндра.

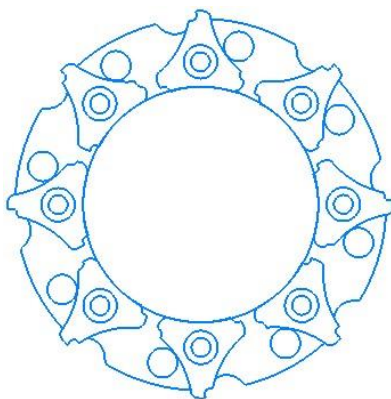
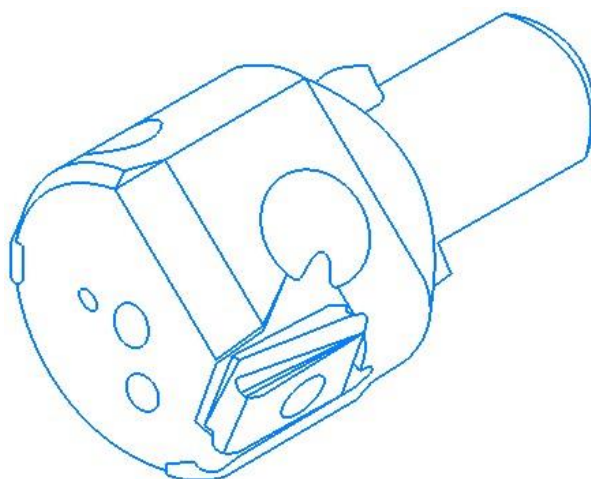


Рисунок 1.12 - Розвертка фірми «Komet»

Розвертка Precifix фірми «SECO» являє собою модульну конструкцію до складу якої входить головка (корпус, пластина) і різні змінні державки (рис 1.13). [1]. Пластина кріпиться гвинтом А і затискається циліндричним затиском 3 і гвинтом В (рис 1.14). Регулювання здійснюється за допомогою регулювального картриджа 2 і гвинта С.



ч

Рисунок 1.14 - Головка розвертки Precifix

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



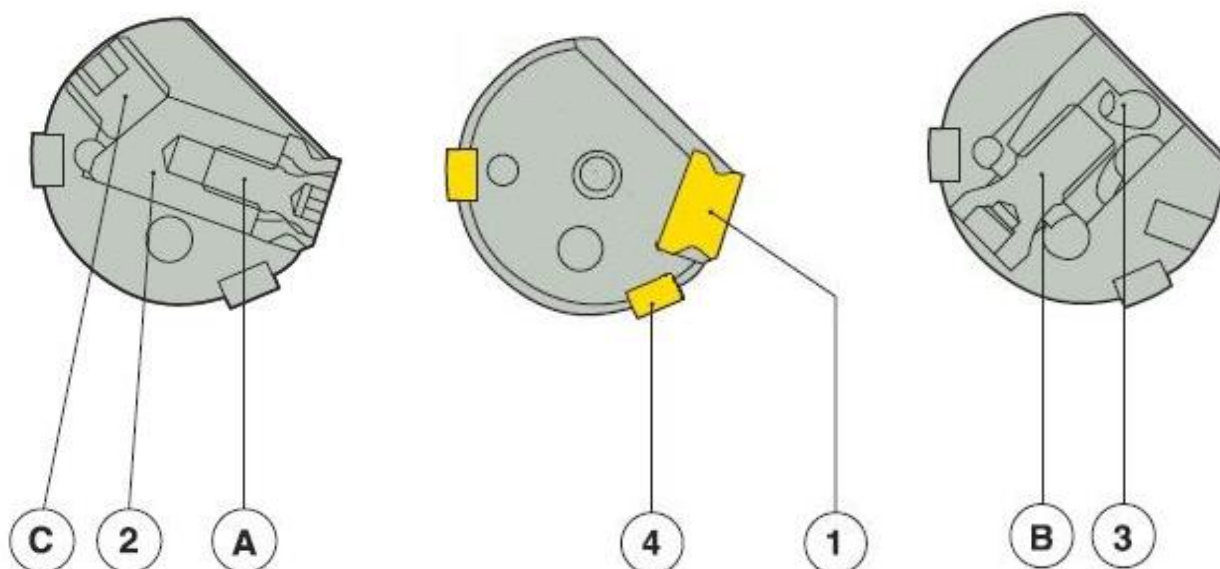


Рисунок 1.10 - Схема головки розвертки Precifix. 1 - пластина;  
2 - регулювальний картридж; 3 - циліндричний затиск;  
4 - направляючі накладки; А - гвинт кріплення пластини;  
В - затискний гвинт; С - регулювальний гвинт

Розглянуті усі вище розвертки можна класифікувати за наступними ознаками:

1. За кількістю зубів – Кількість зубів обирається в залежності від діаметру розвертки та прийнятої схеми різання:
  - 1.1. Однозубі – забезпечують велику точність, якість та низьку шорсткість, але їх недолік – це низька продуктивність;
  - 1.2 Багатозубі – дещо менша якість ( у порівнянні із однозубими) але висока продуктивність;
2. За типом кріплення на верстаті- обирають в залежності від верстату:
  - 2.1. З циліндричним хвостовиком;
  - 2.2. Конічним хвостовиком;
  - 2.3. Насадні;
  - 2.4. Модульні – складається з різних головок і хвостовиків які обираються в залежності від специфіки обробки.
3. За напрямком лінії зуба:
  - 3.1. З прямим зубом
  - 3.2. З нахиленим зубом

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 3.3. З правим гвинтовим зубом
- 3.4. З лівим гвинтовим зубом
- 4. За конструкцією – обирають в залежності від розмірів розвертки:
  - 4.1. Цільні
  - 4.2. Складені
  - 4.3. Збірні;
- 5. Подача МОР – обирається в залежності від оброблюваного матеріалу:
  - 5.1. Через внутрішні канали;
  - 5.2. Поливом
  - 5.3. Відсутня.
- 6. Можливість регулювання – для розширення технологічних можливостей:
  - 6.1. Регульовані
  - 6.2. Не регульовані.

Під час аналізу конструкцій розверток було визначено їх переваги та недоліки даного інструмента і було обрану збірну насадну розвертку із ножами з напаяними твердосплавними пластинками. Така конструкція є відносно простою у виготовленні і забезпечує необхідні параметри точності та якості обробленої поверхні утвору у деталі з чавуну.

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ РОЗВЕРТКИ

У якості базового інструменту для оброблення отвору  $\varnothing 72H7$  під підшипники кочення в деталі з сірого чавуну СЧ-25 була вибрана збірна насадна конструкція розвертки, оснащена ножами з твердого сплаву. Розвертка складається з корпусу 1 з поздовжніми пазами, в які вставляються ножі 2 з припаяними пластинами твердого сплаву. Кожний ніж до корпусу кріпляться двома гвинтами 3 розміром М5. Розвертка має конічний посадковий отвір, а передача крутного моменту здійснюється за допомогою патрона з поперечною шпонкою (рис. 2.1).

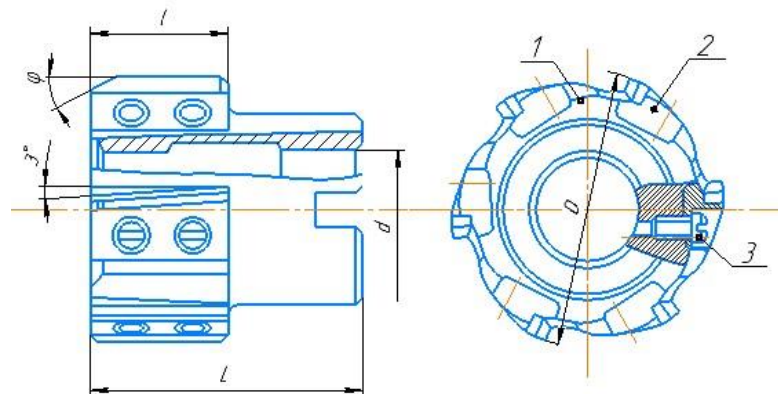


Рисунок 2.1 – Збірна насадна розвертка

### 2.1. Вибір інструментального матеріалу

Для оснащення різальної частини розверток відповідно до ГОСТ 28321-89 «Развертки машинные, оснащенные твердосплавными напаяемыми пластинами» використовують твердосплавні пластини марок ВК8, ВК6, ВК6М, ВК6-ОМ, ВК10-ХОМ, ВК3-М, Т15К6, Т14К8 і Т5К10. Оскільки оброблюваний матеріал – сірий чавун марки СЧ-25, то доцільно у якості оброблюваного матеріалу використати твердий сплав групи ВК (вольфрамо-кобальтові тверді сплави). ГОСТ 3882-74 «Сплавы твердые спеченные. Марки» рекомендує таке застосування марок твердих сплавів групи ВК:

Сплав ВК8 - для чорнового точіння, переривчастого різання, стругання, чорнового фрезерування, свердління, чорнового розсвердлювання, чорнового зенкерування сірого чавуну, кольорових металів і їх сплавів і неметалічних

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

матеріалів. Обробки нержавіючих, високоміцних і жароміцних важкооброблюваних сталей і сплавів, в тому числі сплавів титану.

Сплав ВК6 – для чорнового і напівчорнового точіння, попереднього нарізування різьби, напівчистового фрезерування суцільних поверхонь, розсвердлювання і розточування отворів, зенкерування сірого чавуну, кольорових металів і їх сплавів і неметалічних матеріалів.

Сплав ВК6-ОМ – для чистової і напівчистової обробки твердих, легованих і вибілених чавунів, загартованих сталей і деяких марок нержавіючих високоміцних і жароміцних сталей і сплавів, особливо сплавів на основі титану, вольфраму і молібдену.

Сплав ВК-3М – для чистової обробки (точіння, розточування, нарізування різьблення, розвертання) твердих, легованих і вибілених чавунів, цементованих і загартованих сталей, а також високоабразивних неметалічних матеріалів.

Очевидно, що серед розглянутих марок твердих сплавів групи ВК для заданих умов обробки найбільш прийнятним є сплав ВК6-ОМ, який поєднує у собі високу зносостійкість, необхідну для чистової обробки, та достатню міцність.

Твердий сплав ВК6-ОМ складається з карбід вольфраму - 92% , карбиду танталу – 2%, та кобальту - 6%, літери ОМ означають сплав має особливо дрібнозернисту структуру (розмір зерен карбиду складає 0,5-1,5 мкм). Фізичні властивості сплаву наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Фізичні властивості твердого сплаву ВК6-ОМ

Параметри	Значення
Межа міцності при вигині	1274 Н / мм <sup>2</sup>
Щільність	14.7-15.0 г / см <sup>3</sup>
Твердість HRA	не менше 90.5
Теплостійкість	950–1000 °С

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Матеріал корпусу.** У збірних інструментів корпуси виготовляють з конструкційних сталей марок: 45, 50, 40Х, 45Х, 40ХС, 40ХН та інші [Родин 1986]. Найбільш поширеною є сталь 45, але для інструментів, що працюють у важких умовах, застосовують сталь 40Х. Вона після загартування та відпуску забезпечує збереження точності пазів, в які вставляються ножі. Отже обираємо для виготовлення корпусу сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Хімічний склад та механічні властивості Сталі 40Х ГОСТ 4543-71 наведені в табл. 2.2 та таблиці 2.3.

Таблиця 2.2 – Хімічний склад у % Сталі 40Х ГОСТ 4543-71

Вуглець (C)	Кремній (Si)	Марганець (Mn)	Нікель (Ni)	Сірка (S) та фосфор (P)	Хром (Cr)	Купрум (Cu)
0,36–0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	до 0,3	до 0,035	0,8-1,1	до 0,3

Таблиця 2.3 – Механічні властивості Сталі 40Х ГОСТ 4543-71

Границя міцності при розтязі (МПа)	980
Відносне подовження (%)	45
Відносне звуження (%)	10
Твердість по Бріннелю (НВ)	156-197

**Матеріал ножів.** Для елементів кріплення інструменту використовують сталі У7, У8, 9ХС та інші. Вказані сталі після термічної обробки мають високу твердість та міцність. Вибираємо матеріал ножа - сталь У7 ГОСТ 1435. Для паяння пластин твердого сплаву типу 26 ГОСТ 25425-90 до ножів в якості припою вибираємо латунь марки Л63. Хімічний склад та механічні властивості У7 ГОСТ 1435 наведені в табл. 2.4 та таблиці 2.5.

Таблиця 2.4 – Хімічний склад у % Сталі У7 ГОСТ 1435

Вуглець (C)	Кремній (Si)	Марганець (Mn)	Сірка (S) та Фосфор (P)
0,66–0,73	0,17-0,33	0,17-0,33	до 0,028 до 0,030

Таблиця 2.5 – Механічні властивості Сталі У7 ГОСТ 1435

Границя міцності при розтязі (МПа)	650
Відносне подовження (%)	15
Твердість по Бріннелю (НВ)	187

## 2.2 Вибір конструктивних елементів розвертки

**Діаметр розвертки.** Основним конструктивним розміром розвертки є її діаметр  $D$ , від якого залежить точність обробки отвору. Для його розрахунку необхідно враховувати діаметр і допуск на оброблюваний отвір  $H7$ , на розбивку отвору  $P_{max}$  і  $P_{min}$ , на виготовлення  $H=BD$  і зношування розвертки  $I=DF$  (рис.2.2). Величина розбивки  $P_{max}$  та  $P_{min}$  у кожному окремому випадку відрізняється і береться за експериментальними даними. Орієнтовно можна прийняти  $P_{max} = 11 \dots 18$  мкм,  $P_{min} = 5$  мкм. Допуск на виготовлення Розвертки  $H$  складає  $0,25 \dots 0,4$  від допуску на оброблюваний отвір  $IT_D$  ( $H7$ ). Найбільший граничний діаметр розвертки  $D_{p.б}$  повинен бути меншим найбільшого граничного діаметра отвору  $D_{o.б}$  на величину максимальної розбивки  $P_{max}$ . Знаючи  $D_{p.б}$  і  $H$ , Можемо визначити найменший граничний діаметр розвертки  $D_{p.б}$ .

Нижнє відхилення нової розвертки лежить на лінії  $CD$ , а верхнє – на лінії  $AB$ ,  $I=DF$  – гарантований запас на зношування розвертки, лінія  $EF$ - границя допустимого найбільшого зносу розвертки, при якому вона ще придатна до роботи і забезпечує отримання найменшого граничного діаметра  $D_{o.м.}$ [9]. Отже, найбільший граничний розмір розвертки:

$$D_{max} = 72,030 - 0,011 = 72,019 \text{ мм}$$

найменший граничний розмір розвертки:

$$D_{min} = 72,019 - 0,007 = 72,012 \text{ мм}$$

Виконавчий розмір розвертки  $\varnothing 72,019_{-0,007}$

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

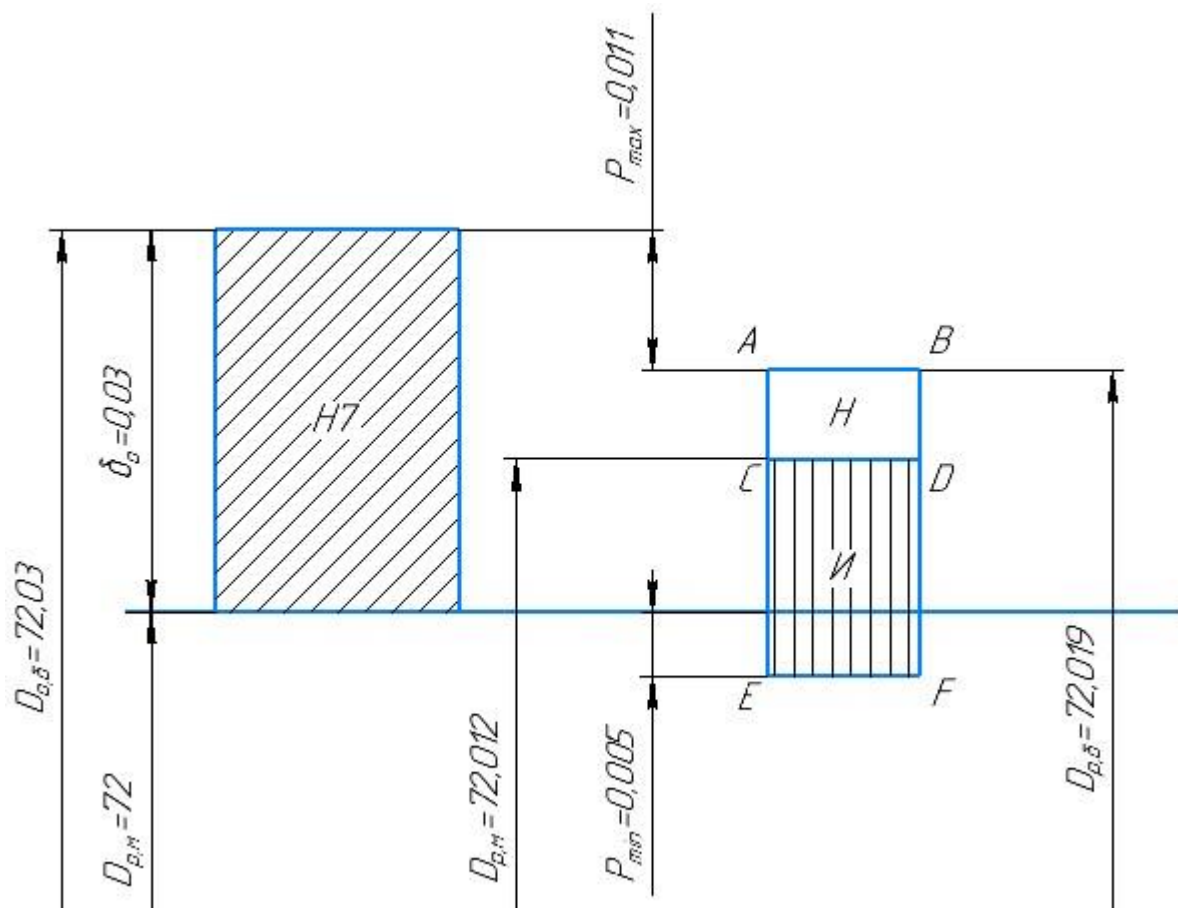


Рисунок 2.2- Діаметр розвертки та допуск на її виконання.

**Кількість зубів.** Кількість зубів для машинної збірної розвертки можна визначити за формулою

$$z = 1,2\sqrt{d} = 1,2\sqrt{72} = 10,18,$$

де  $d=72$ – діаметр розвертки.

Кількість зубів рекомендовано брати парною для полегшення вимірювання мікрометром. За розрахунками кількість зубів  $z = 10$ , але враховуючи, що розвертка є збірною і необхідно передбачити місце для кріплення ножів, то доцільно вибрати число зубів меншим, тож приймаємо  $z = 8$ .

**Кутовий крок зубів.** Кутовий крок зубів роблять рівномірним і не рівномірним. Нерівномірний крок дозволяє підвищити якість поверхні, а саме зменшити шорсткість поверхні і зменшити огранювання отвору. Але користуючись порадами ГОСТ 11176-71 для запобігання огранюванню отвору

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

круговий крок зубів розвертки роблять нерівномірним (рис. 2.3) [7]. Параметри кутового кроку слід приймати у відповідності до табл. 2.6.

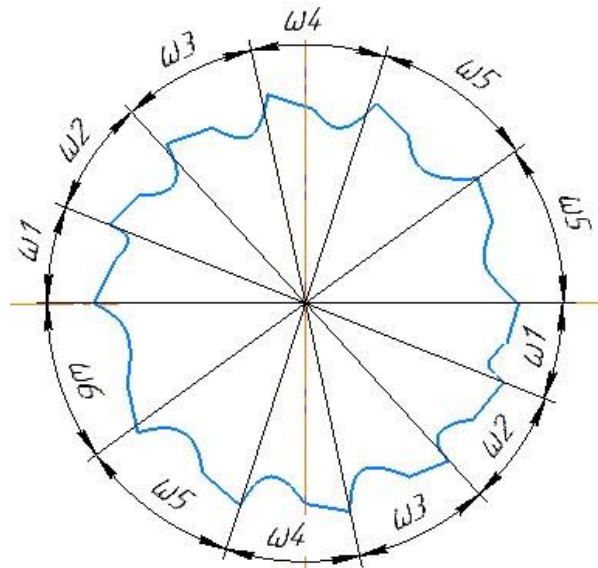


Рисунок 2.3. – Схема розбивки кроку зубів розвертки

Таблиця 2.6- параметри шорсткості для різних поверхонь

Кутовий крок	Число зубів				
	4	6	8	10	12
$\omega_1$	87°02'	58°02'	41°53'	33°15'	27°33'
$\omega_2$	95°05'	59°53'	44°05'	34°32'	28°28'
$\omega_3$	-	62°05'	46°06'	36°00'	29°34'
$\omega_4$	-	-	47°56'	37°28'	30°30'
$\omega_5$	-	-	-	38°45'	31°25'
$\omega_6$	-	-	-	-	32°30'

Для кількості зубів 8 розбивка буде наступною:  $\omega_1=41^\circ53'$ ;  $\omega_2=44^\circ05'$ ;  $\omega_3=46^\circ06'$ ;  $\omega_4=47^\circ56'$ .

У даній розвертці замість зубів виконують пази під ножі з наступними параметрами: відстань від осі до площини базування ножа виконують за розміром  $H=27,3\pm0,05$  мм (рис 2.4); відстань від осі до стружкової канавки  $a=5,7\pm0,2$  мм; ширина паза; ширина паза  $g=16$  мм з полем допуску H8; довжина

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



канавки паза  $l=25$ ; бокові грані канавки виконуються з радіусом закруглення  $R=0,2$  мм. Шорсткість канавки повинна дорівнювати  $Ra 1,6$  мкм.

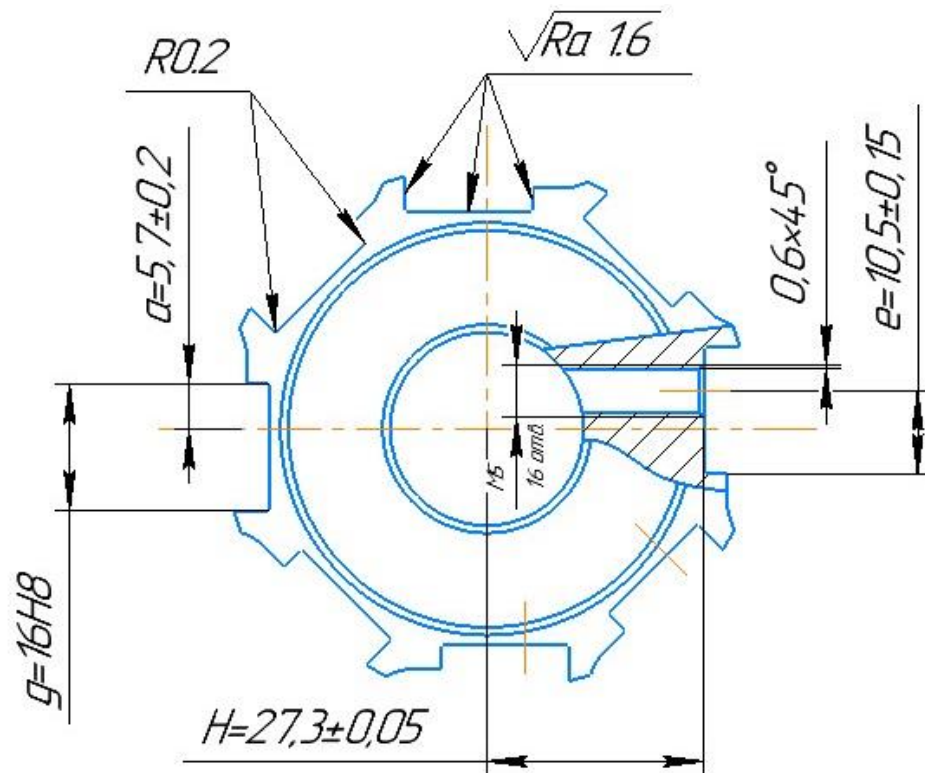


Рисунок 2.4 – Схема канавки під ножі

У пазах для ножів вздовж роблять по 2 отвори під кріпильні гвинти (усього 16 отворів) розміром М5-6g. Відстань між ними  $l_2=10\pm0,15$  мм. Відстань від осі кріпильного отвору до стружкової канавки становить  $e = 10,5\pm0,15$  мм.

Параметри шорсткості для різних поверхонь наведені у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Параметри шорсткості поверхонь корпусу

Назва поверхні	Параметри шорсткості за ГОСТ 2789, не більше
Передній торець розвертки	Ra 0,8 мкм
Посадкові поверхні пазів під ножі і шийки розвертки	Ra 1,6 мкм
Виточка в отворі	Ra 6,3 мкм
Інші поверхні	Rz 12,5 мкм

**Кріпильна частина розвертки.** Під час обробки розвертка кріпиться на оправці по конічній поверхні з конусністю 1:30. Для розвертки діаметром 72 мм вибираємо діаметр оправки 27 мм. Оправка в свою чергу за допомогою інструментального конуса закріплюється на верстаті. Крутний момент від оправки до інструменту передається за допомогою поперечного паза. Розміри шпонкового паза вибираємо за ГОСТ 9472-90 «Крепление инструментов на оправках. Типы и размеры». 3D модель корпусу розвертки представлена на рис. 2.5.

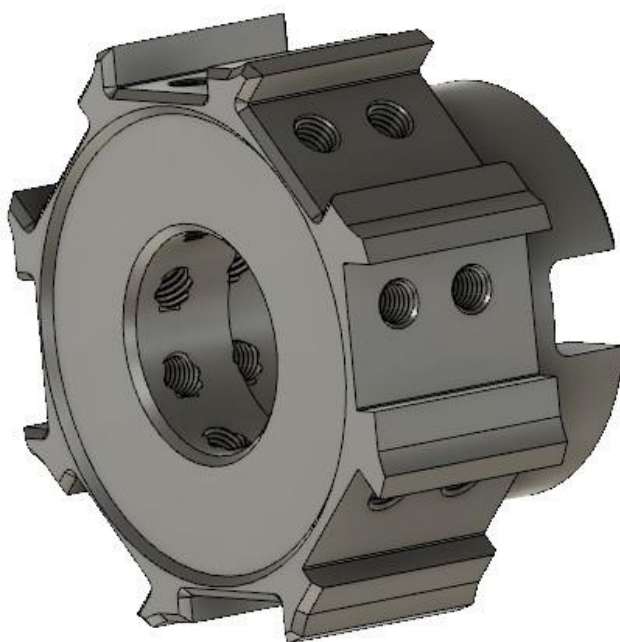


Рисунок 2.5- 3D модель корпус розвертки збірної,  
виконаної в програмі Fusion 360

### 2.3 Вибір геометричних параметрів розвертки

Робоча частина розвертки складається з різальної та калібрувальної частин, а також прямого конуса. Напрямний конус призначений для уникнення пошкоджень і полегшення направлення інструменту в попередньо оброблений отвір. Передні і задні поверхні зубів розвертки як на різальній, так і на калібрувальній частинах виконують плоскими. Заточування леза ножів виконують у зібраному стані на завершальних операціях технологічного процесу виготовлення інструменту.

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Кут у плані.** Кут у плані  $\varphi$  - це кут між проекцією головної різальної кромки леза на основну площину й напрямком подачі. Одночасно зменшується товщина й збільшується ширина шару матеріалу, який зрізається. Це приводить до того, що збільшується активна довжина головного ріжучого леза. Сила й температура різання, що приходяться на одиницю довжини ріжучого леза, зменшуються, що знижує зношування інструмента. Зі зменшенням кута  $\varphi$  різко зростає складова сили різання, яка спрямована перпендикулярно осі заготовки, що викликає підвищену її деформацію. Зі зменшенням кута  $\varphi$  можливе виникнення вібрацій у процесі різання, що знижує якість обробленої поверхні [8]. Кут  $\varphi$  впливає також на шорсткість обробленої поверхні заготовки: зі зменшенням  $\varphi$  шорсткість обробленої поверхні зменшується. Для обробки в'язких матеріалів  $\varphi=10-12^\circ$ . Згідно з ГОСТ 11176, для обробки наскрізних отворів у чавунних деталях кут приймаємо  $\varphi=5^\circ$ .

**Передній кут.** Переднім кутом  $\gamma$  називають кут в січній площині між дотичною до передньої поверхні в заданій точці і основною площиною. Передній кут  $\gamma$  суттєво впливає на процес різання матеріалу. Зі збільшенням кута  $\gamma$  зменшується деформація шару, який зрізається, тому що інструмент легше врізається в матеріал, знижуються сила різання й витрати потужності. Одночасно поліпшуються умови сходу стружки й підвищується якість обробленої поверхні заготовки. Однак надмірне збільшення кута  $\gamma$  приводить до ослаблення головного ріжучого леза, зниження його міцності, збільшення зношування внаслідок викрашування, погіршення умов тепловідведення від ріжучого леза.

Під час обробки крихких і твердих матеріалів для підвищення міцності й збільшення часу роботи інструмента (стійкості) варто призначати менші кути; під час обробки м'яких і в'язких матеріалів передній кут має більші значення. На різальній частині приймаємо  $\gamma=0^\circ$ , а на калібрувальній частині  $\gamma=6^\circ$  (рис. 2.6).

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

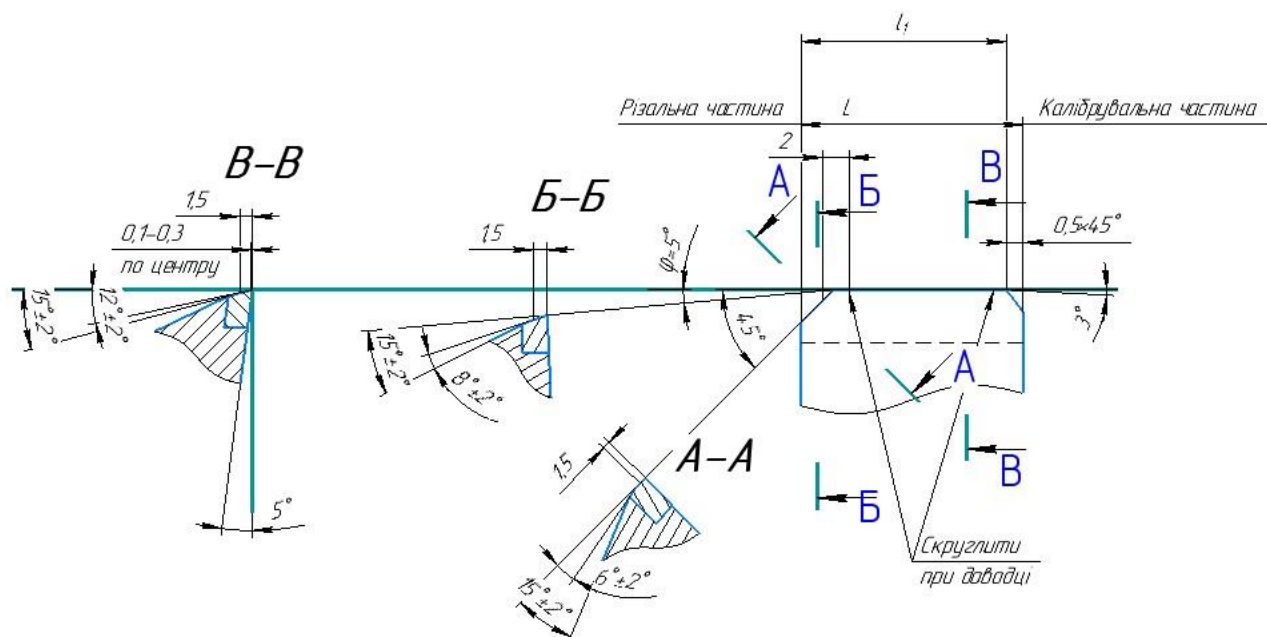


Рисунок 2.6 – Геометричні параметри робочої частини розвертки

**Задній кут.** Заднім кутом  $\alpha$  називають кут, між головною задньою поверхнею й площиною різання. Наявність кута  $\alpha$  зменшує тертя між головною задньою поверхнею інструмента й поверхнею різання заготовки, внаслідок чого зменшується спрацювання інструмента по головній задній поверхні. Надмірне збільшення кута  $\alpha$  призводить до зниження міцності ріжучого леза. Кут  $\alpha$  призначають виходячи з величини пружного деформування оброблюваного матеріалу. Згідно з ГОСТ 11176 задній кут для обробки чавуну рекомендується приймати однаковим на різальній та калібрувальній частинах  $\alpha=15\pm 2^\circ$  (рис. 2.6).

**Кут нахилу лінії зуба.** Розвертки виготовляють з прямими зубами, нахиленими, а також гвинтовими з лівим і правим напрямком гвинтової лінії зуба. Прямозубі розвертки є найбільш технологічним, але вони не завжди забезпечують задану якість обробки. Для підвищення якості обробленої поверхні, а це є посадкова поверхня під кульковий підшипник кочення, зуби розвертки виконують нахиленими. Для обробки сірого чавуну та твердої сталі  $\omega=7-8^\circ$ .

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З урахуванням того, що розвертка є збірною і місце для розташування ножів обмежене, то приймаємо  $\omega=3^\circ$ . 3D модель ножа розвертки наведена на рис. 2.7, а модель фрези в зборі – на рис. 2.8.

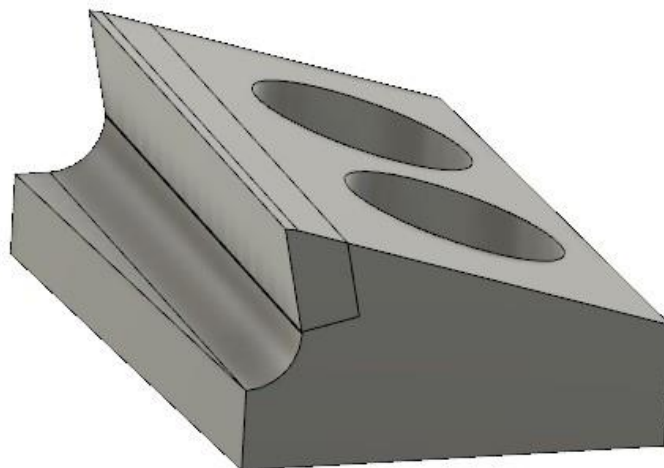


Рисунок 2.8 – 3D модель ножа розвертки. Виконана в програмі Fusion 360

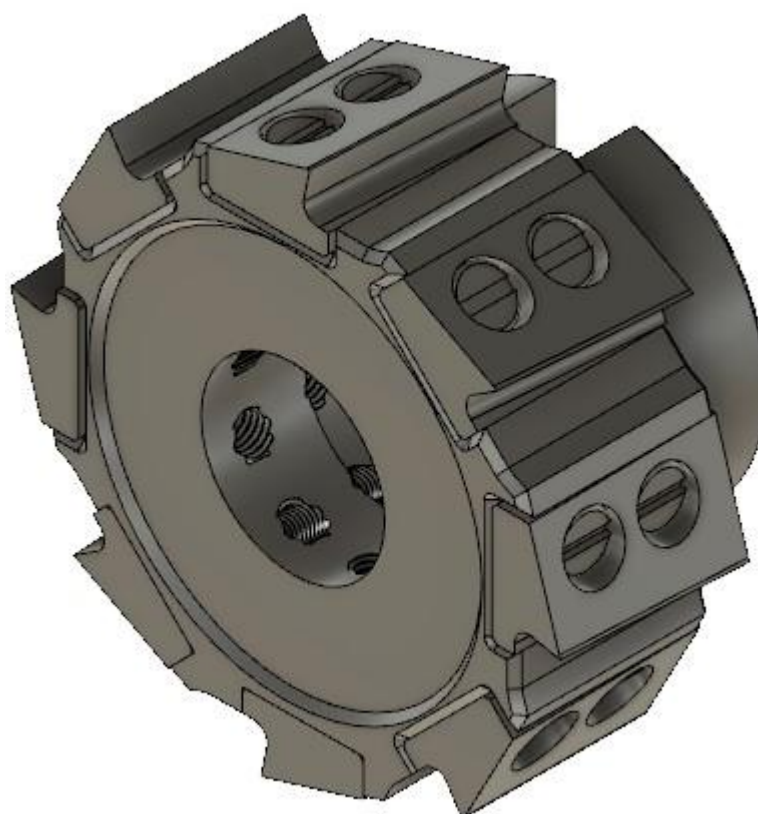


Рисунок 2.9 – 3D модель збірної розвертки. Виконана в програмі Fusion 360

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Вибір заготовки

Забезпечення мінімального використання матеріалу являє собою головний чинник в виборі заготовки, так як він впливає на зменшення ціни на виготовлення інструменту.

В даному розділі ми будемо розглядати корпус зенкера з напайними пластинами (рис. 1.12).

Так як деталь циліндричної форми доцільно буде в якості заготовки в використовувати прокат.

Під час вибору діаметра заготовки треба провести розрахунок на припуск обробки найбільшого діаметра інструменту.

Таким розміром є робоча частина  $\varnothing 68h12$ , Ra1.25. Нижнє відхилення  $-0.3\text{мм}$  [11] отже діаметр робочої частини  $\varnothing 68-0,3$ .

Приймаємо заготовку розміром  $\varnothing 70$  мм за ГОСТ2590-88.

Корпус виготовлений з конструкційної легованої сталі Сталь40Х ГОСТ 4543-71. В якості заміни цієї сталі можна використовувати – Сталь45Х, 40ХС, 40ХН.

Хімічний склад та механічні властивості Сталі 40Х ГОСТ 4543-71 записано в таблиці 3.1 та таблиці 3.2.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад у % Сталі 40Х ГОСТ 4543-71

Вуглець (C)	Кремній (Si)	Марганець (Mn)	Нікель (Ni)	Сірка (S) та фосфор (P)	Хром (Cr)	Купрум (Cu)
0,36–0,44	0,17-0,37	0,5-0,8	до 0,3	до 0,035	0,8-1,1	до 0,3

Таблиця 3.2 – Механічні властивості Сталі 40Х ГОСТ 4543-71

Границя міцності при розтязі (МПа)	980
Відносне подовження (%)	45
Відносне звуження (%)	10
Твердість по Бріннелю (НВ)	156-197

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.2 Оптимізація технологічного процесу

Для технологічного процесу потрібно забезпечити оптимальний маршрут для продуктивного використання обладнання.

З креслення розвертки та технічних вимог для його виготовлення складаємо логічні вимоги:

- A1. Підвищена твердість
- A2. Точність посадочного отвору
- A3. Вимоги до шорсткості пазів під ножі
- A4. Вимоги до ширини паза під ножі
- A5. Вимоги до шорсткості посадочного отвору
- A6. Вимоги до шорсткості поперечного пазу
- A7. Вимоги до шорсткості внутрішніх пазів
- A8. Вимоги до конусності отвору
- A9. Надійна Кріплення на верстаті
- A10. Точність розташування кріпильних отворів
- A11. Мінімальне граничне відхилення діаметру робочої частини
- A12. Мінімальна кількість технологічних операцій
- A13. Використання універсального обладнання
- A14. Точність розташування поверхні під базування ножів відносно осі
- A15. Забезпечення мінімального осьового биття
- A16. Корзійна стійкість
- A17. Підвищення строку служби;
- A18. Підвищення стійкості;
- A19. Забезпечення високої міцності;
- A20. Підвищена вібростійкість
- A21. Підвищення продуктивності при експлуатації;
- A22. Товарний вигляд
- A23. Зменшення собівартості;
- A24. Зниження трудомісткості виготовлення;
- A25. Економія допоміжних інструментів та матеріалів;

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- A26. Низька Матеріалоємність
- A27. Зменшення транспортних витрат
- A28. Зменшення витрат на електроенергію
- A29. Зменшення витрат на основний матеріал
- A30. Використання інструментів другого порядку (простих)

Логічні умови представлені вище розділяємо на технологічні ,експлуатаційні та економічні групи (Таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Логічні умови

№	Групи логічних умов	Логічні умови
1	Технологічні	A1; A2; A3; A4; A5; A6; A7; A8; A9; A10; A11; A12; A13; A14;
2	Експлуатаційні	A15; A16; A17; A18; A19; A20; A21;
3	Економічні	A22; A23; A24; A25; A26; A27; A28; A29; A30

Складаємо базові маршрути для виготовлення корпусу зенкера з напаяними пластинами

Заготівельні операції:

- Aз1. Відрізання циліндричної заготовки на стрічковому верстаті
- Aз2. Відрізання циліндричної заготовки за допомогою дискової відрізної пили
- Aз3. Точіння зовнішніх поверхонь
- Aз4. Фрезерування зовнішніх поверхонь
- Aз5. Свердління посадкового отвору
- Aз6. Фрезерування посадкового отвору
- Aз7. Свердління отворів під кріпильні гвинти
- Aз8. Протягування поперечного паза
- Aз9. Фрезерування поперечного паза
- Aз10. Протягування пазів під ножі

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



- Аз11. Фрезерування пазів під ножі
- Аз12. Зняття задирок
- Аз13. Гартування/відпуск
- Аз14. Очищення від окалин

Основні механічні та фінішні операції:

- Ам1. Шліфування посадочного отвору
- Ам2. Шліфування торця
- Ам3. Шліфування пазів під ножі
- Ам4. Фрезерування фасок
- Ам5. Поновлення різьби

Операції підвищення зносостійкості, маркування, пакування

- Ап1. Нанесення Покриття
- Ап2. Лазерне маркування
- Ап3. Маркування клеймом
- Ап4. Контроль
- Ап5. Пакування готового виробу.

Для побудови узагальненого маршруту було складено таблицю № 3.2

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 - Базові маршрути

Виробничі цикли	Кодування операцій	M1	M2	M3	M4	M5
Заготівельні операції	Aз1	+	-	-	-	-
	Aз2	-	+	+	+	+
	Aз3	+	+	+	-	-
	Aз4	-	-	-	+	+
	Aз5	+	+	+	-	+
	Aз6	-	-	-	+	-
	Aз7	+	+	+	+	+
	Aз8	-	-	+	-	+
	Aз9	+	+	-	+	-
	Aз10	-	+	+	-	+
	Aз11	+	-	-	+	-
	Aз12	+	+	+	+	+
	Aз13	+	+	+	+	+
	Aз14	+	+	+	+	+
Основні механічні та фінішні операції	Ам1	+	+	+	+	+
	Ам2	+	+	+	-	-
	Ам3	+	+	+	+	+
	Ам4	+	+	+	+	+
	Ам5	+	+	+	-	-
Операції підвищення зносостійкості, маркування, пакування	Ап1	-	+	-	+	+
	Ап2	+	-	-	-	+
	Ап3	-	+	+	+	-
	Ап4	+	+	+	+	+
	Ап5	+	+	+	+	+

У таблиці 3.5 показано на які логічні критерії задовольняє та чи інша операція

Таблиця 3.5 - Задовільнення операцій технологічних маршрутів логічним умовам

Виробничі цикли	Кодування операцій	Зміст операцій	Логічні критерії
Заготівельні Операції	Аз1	Відрізання циліндричної заготовки на стрічковому верстаті	A24,A30
	Аз2	Відрізання циліндричної заготовки за допомогою дискової відрізної пили	A31
	Аз3	Точіння зовнішніх поверхонь	A9, A11, A12, A24,A30
	Аз4	Фрезерування зовнішніх поверхонь	A9, A11, A12, A13
	Аз5	Свердління посадкового отвору	A2, A5, A8, A9,
	Аз6	Фрезерування посадкового отвору	A2, A5, A7, A8, A9
	Аз7	Свердління отворів під кріпильні гвинти	A10, A13
	Аз8	Протягування поперечного паза	A6, A14
	Аз9	Фрезерування поперечного паза	A6, A14
	Аз10	Протягування пазів під ножі	A3,A4
	Аз11	Фрезерування пазів під ножі	A3,A4
	Аз12	Зняття задирок	A22
	Аз13	Гартування/відпуск	A17, A18, A19, A20, A21
	Аз14	Очищення від окалин	A22
Основні механічні та фінішні операції	Ам1	Шліфування посадочного отвору	A2, A8, A15
	Ам2	Шліфування торця	A15,A22
	Ам3	Шліфування пазів під ножі	A3, A4, A15
	Ам4	Фрезерування фасок	A22, A15
	Ам5	Поновлення різьби	A14
Операції підвищення зносостійкості, маркування, пакування	Ап1	Нанесення Покриття	A1,A22, A16, A17, A18
	Ап2	Лазерне маркування	A22
	Ап3	Маркування клеймом	A22, A30, A28
	Ап4	Контроль	
	Ап5	Пакування	A17

За для визначення по групам потужності маршрутів складаємо таблицю  
3.6

Таблиця 3.6 - Визначення потужності маршрутів по групам логічних умов

	Технологічні					Експлуатаційні					Економічні				
	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5
Aз1	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Aз2	-	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	1	1	1	1
Aз3	3	3	3	-	-	0	0	0	-	-	2	2	2	-	-
Aз4	-	-	-	4	4	-	-	-	0	0	-	-	-	2	2
Aз5	4	4	4	-	4	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0
Aз6	-	-	-	5	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-
Aз7	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aз8	-	-	2	-	2	-	-	0	-	0	-	-	0	-	0
Aз9	2	2	-	2	-	0	0	-	0	-	0	0	-	0	-
Aз10	-	2	2	-	2	-	0	0	-	0	-	0	0	-	0
Aз11	1	-	-	1	-	0	-	-	0	-	0	-	-	0	-
Aз12	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Aз13	0	0	0	0	0	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0
Aз14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Ам1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Ам2	0	0	0	-	-	1	1	1	-	-	1	1	1	-	-
Ам3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Ам4	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ам5	1	1	1	-	-	0	0	0	-	-	0	0	0	-	-
Ап1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1
Ап2	0	-	-	-	0	0	-	-	-	0	1	-	-	-	1
Ап3	-	0	0	0	-	-	0	0	0	-	-	3	3	3	-
Ап4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ап5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
$\sum C_{ij}$	18	19	19	19	19	13	13	13	12	12	10	11	11	10	8
$\sum A_{ij}$	18	18	18	16	16	18	18	18	16	16	18	18	18	16	16
$N_i$	1	1,056	1,056	1,18	1,18	0,72	0,72	0,72	0,75	0,75	0,56	0,61	0,61	0,625	0,5

Загальна потужність технологічних маршрутів показана у таблиці 3.7

Таблиця 3.7 - Визначення загальної потужності технологічних маршрутів

	M1	M2	M3	M4	M5	Мопт
Aз1	2	-	-	-	-	2
Aз2	-	1	1	1	1	-
Aз3	5	5	5	-	-	5
Aз4	-	-	-	4	4	-
Aз5	4	4	4	-	4	-
Aз6	-	-	-	5	-	5
Aз7	2	2	2	2	2	-
Aз8	-	-	2	-	2	-
Aз9	2	2	-	2	-	-
Aз10	-	2	2	-	2	-
Aз11	2	-	-	2	-	2
Aз12	1	1	1	1	1	-
Aз13	5	5	5	5	5	-
Aз14	1	1	1	1	1	-
Ам1	3	3	3	3	3	-
Ам2	1	1	1	-	-	-
Ам3	3	3	3	3	3	-
Ам4	2	2	2	2	2	-
Ам5	1	1	1	-	-	-
Ап1	5	5	5	5	5	-
Ап2	1	-	-	-	1	-
Ап3	-	3	3	3	-	3
Ап4	0	0	0	0	0	-
Ап5	1	1	1	1	1	-
$\sum C_{ij}$	40	42	42	41	33	18
$\sum A_{ij}$	18	18	18	16	16	5
$N_i$	2.22	2.33	2.33	2.56	2.06	3.6

За для наочного зображення створюємо діаграму потужності із вище отриманих результатів (рис 3.1).

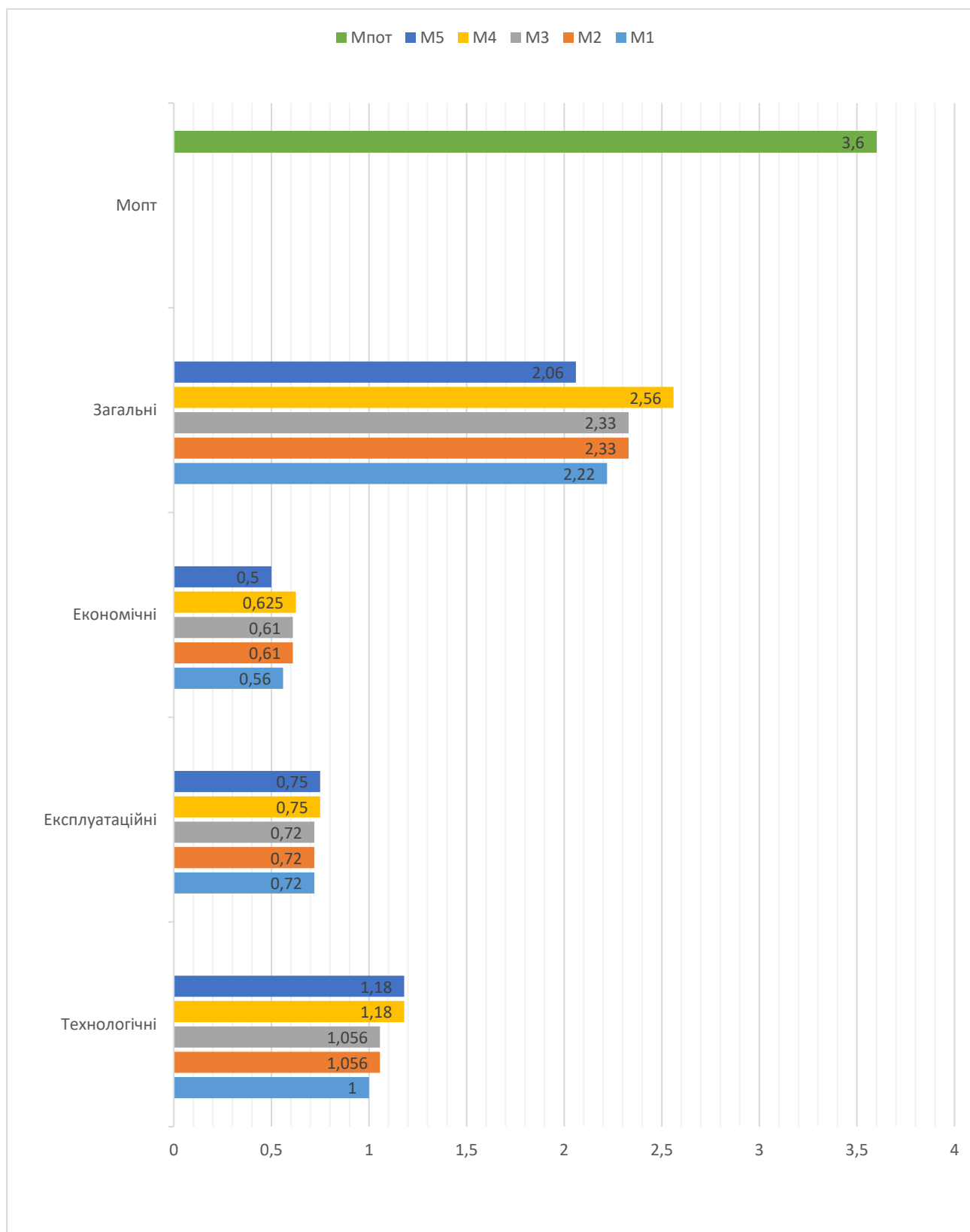


Рисунок 3.1 – Діаграма потужностей

### Оптимізований маршрут.

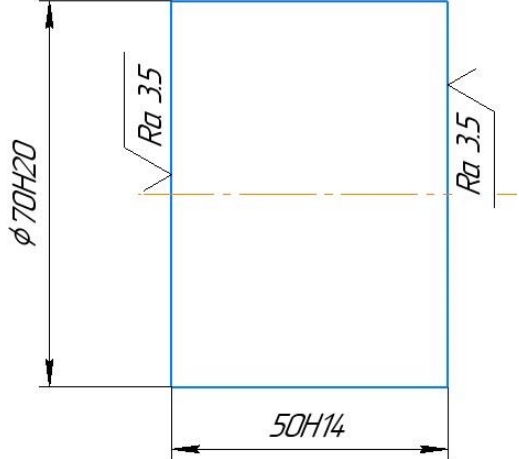
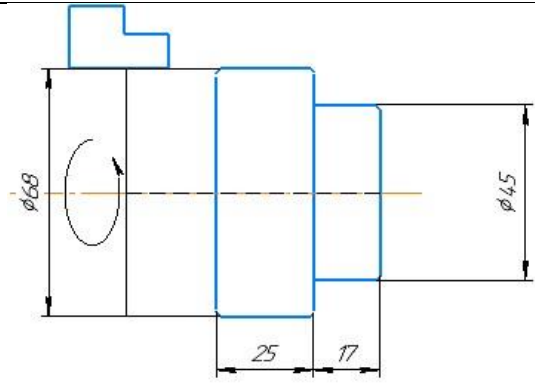
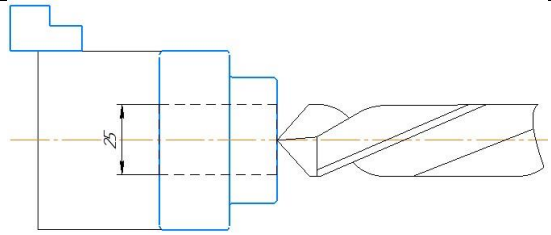
1. Відрізання циліндричної заготовки на стрічковому верстаті
2. Точіння зовнішніх поверхонь, робочої та хвостової частини, торця хвостової частини, свердління кріпильного отвору, розточування внутрішніх поверхонь з дотримання конусності. точіння торця робочої частини, зовнішні та внутрішні фаски
3. Фрезерування поперечного паза
4. Фрезерування пазів під ножі дисковою фрезою на ЧПК
5. Фрезерування виступів кінцевою сферичною фрезою на ЧПК
6. Свердління отворів для кріпильних гвинтів та нарізання різьби на ЧПК
7. Маркування клеймом
8. Гартування, відпуск
9. Очистити від окалин
- 10.Шліфування посадочного отвору
- 11.Шліфування пазів під ножі
- 12.Нанесення корозійностійкого покриття
- 13.Контроль
14. Пакування

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.3 Маршрутна технологія виготовлення розвертки машинної

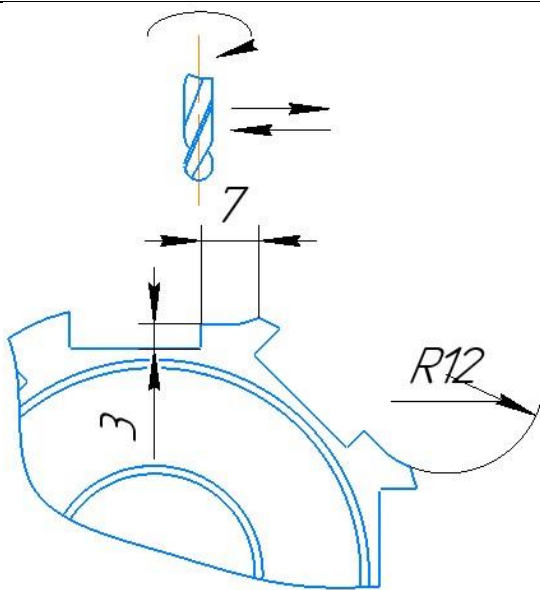
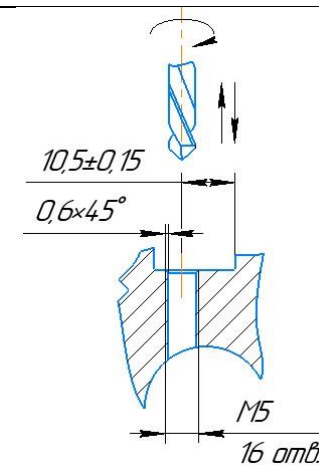
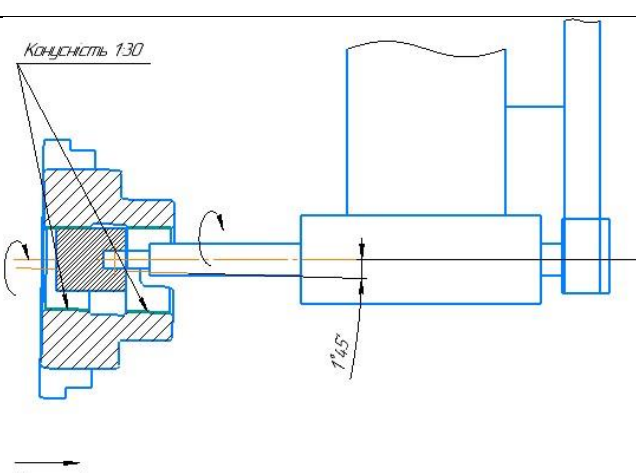
Для зручності маршрутну технологію створюємо у вигляді таблиці 3.8

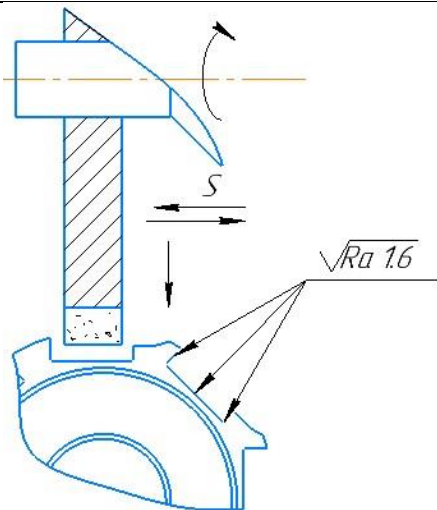
Таблиця 3.8 - Маршрутна технологія виготовлення розвертки машинної

№	Назва операції та опис	Ескіз операції
005	Відрізання Відрізання циліндричної заготовки діаметром Ø70	
	Точіння Точіння зовнішніх поверхонь, робочої та хвостової частини, торця хвостової частини	
	Свердління кріпильного отвору спіральним свердлом діаметром Ø25	



	Розточування внутрішніх поверхонь з дотримання конусності за допомогою розточного різця	
	Точіння торця робочої частини, зовнішні та внутрішні фаски	
010	Фрезерування поперечного паза дисковою фрезою	
015	Фрезерування пазів під ножі дисковою фрезою	

020	Фрезерування виступів кінцевою сферичною	
025	Свердління отворів для кріпильних гвинтів та нарізання різьби	
030	Маркування клеймом	
035	Гартування, відпуск	
040	Очистити від окалини	
050	Шліфування посадочного отвору на круглошліфувальному верстаті	

055	Шліфування пазів під ножі	
060	Нанесення корозійностійкого покриття	
065	Контроль	
070	Пакування	

### 3.4 Розрахунок припусків

Припуском називається шар матеріалу, котрий видаляється з поверхні заготовки для досягнення заданої точності і якості поверхні деталі. Величина припуску повинна компенсувати всі відхилення від попередньої обробки заготовки і відхилення пов'язанні з виконанням технологічної операції що розглядається.[11]

Розрахунково-аналітичний визначення припусків базується на аналізі виробничих похибок, котрі виникають при конкретних умовах отримання заготовки і її обробки, визначення величини елементів, складових припуску і їх сума.

#### Фактори які визначають величину припуску.

1.  $Rz_{i-1}$ - висота нерівностей профілю на попередньому переході. Величина  $Rz$  залежить від методу, режимів й умов виконання попередньої обробки.

2.  $T_{i-1}$  - глибина дефектного шару на попередньому переході. Цей шар відрізняється від основного матеріалу по механічним властивостям, наявністю залишкових напружень.

3.  $\rho$  - Сумарне значення просторових відхилень в розміщені оброблювальної поверхні відносно базових поверхонь заготовки після попереднього проходу.

Розрахункова структурна формула для визначення мінімального проміжного припуску на обробку зовнішніх або внутрішніх поверхонь обертання [11]

$$2z_{min} = 2 \left( Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right)$$

Де  $\varepsilon_{i-1}$  — суммарно відхилення розташування площини;

$\varepsilon_{yi}$  — похибка установки заготовки

$Rz = 150$  – висота не рівності профіля

$T = 250$  – стані і глибина поверхневого шару

$\rho = \rho_{кор}$  – значення просторових відхилень

$\rho_{кор} = \Delta_k l$  – величина короблення поверхні що обробляється

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2} = \sqrt{239,775^2 + 250^2} = 346,398 \text{ мкм}$$

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta_k d)^2 + (\Delta_k l)^2} = \sqrt{(3 \cdot 68)^2 + (3 \cdot 42)^2} = 239,775 \text{ мкм}$$

де:  $d$  і  $l$  – діаметр і довжина оброблювальної ділянки

$$\rho_{ц} = 0.25 \text{ мм} - \text{похибка центрування}$$

Остаточне просторове відхилення

$$\rho_{ост} = k_y \rho$$

$k_y$  – коефіцієнт уточнення формули

Після чорнового точіння  $\rho_1 = 0.06 \cdot 346,398 = 20,784$

Після чистового точіння  $\rho_2 = 0.04 \cdot 346,398 = 13,855$

Після шліфування  $\rho_2 = 0.02 \cdot 346,398 = 6,927$

$\Delta_k = 3$  – питома кривизна поверхні що обробляється

$\varepsilon_y = \varepsilon_6 \pm \varepsilon_3$  – похибка установки заготовки

$\varepsilon_3 = 90$  – похибка закріплення

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Остаточна похибка установки

При чистовому точінні  $\varepsilon_3 = 0.05 \cdot 90 = 4,5$

При тонкому  $\varepsilon_3 = 0.005 \cdot 90 = 0,45$

Мінімальні припуски

Чорнове точіння

$$2Z_{min_1} = 2 \left( 150 + 250 + \sqrt{346,398^2 + 90^2} \right) = 2 \cdot 757,898 \text{ мкм}$$

Чистове точіння

$$2Z_{min_2} = 2 \left( 120 + 120 + \sqrt{20,784^2 + 4,5^2} \right) = 2 \cdot 261,265 \text{ мкм}$$

Чорнове шліфування

$$2Z_{min_3} = 2(30 + 30 + 13,855) = 2 \cdot 73,855 \text{ мкм}$$

Чистове шліфування

$$2Z_{min_4} = 2(10 + 20 + 6,927) = 2 \cdot 36,927 \text{ мкм}$$

Розрахункові розміри

$$d_{p4} = 67,700 + 0,074 = 67,774$$

$$d_{p3} = 67,774 + 0,147 = 67,921$$

$$d_{p2} = 67,921 + 0,522 = 68,443$$

$$d_{p1} = 68,443 + 1,515 = 69,958$$

Найбільший граничний розмір

$$d_{max4} = 67,700 + 0,017 = 67,717$$

$$d_{max3} = 67,800 + 0,025 = 67,825$$

$$d_{max2} = 67,950 + 0,100 = 68,050$$

$$d_{max1} = 68,450 + 0,340 = 68,790$$

$$d_{max1} = 69,950 + 1,800 = 71,750$$

Максимальні граничні розміри припусків

$$2Z_{max4}^{rp} = 67,825 - 67,717 = 0,108 \text{ мм} = 108 \text{ мкм}$$

$$2Z_{max3}^{rp} = 68,050 - 67,825 = 0,225 \text{ мм} = 225 \text{ мкм}$$

$$2Z_{max2}^{rp} = 68,790 - 68,050 = 0,74 \text{ мм} = 740 \text{ мкм}$$

$$2Z_{max1}^{rp} = 71,750 - 68,790 = 2,96 \text{ мм} = 2960 \text{ мкм}$$

$$2Z_{min4}^{rp} = 67,800 - 67,700 = 0,1 \text{ мм} = 100 \text{ мкм}$$

$$2Z_{min3}^{rp} = 67,950 - 67,800 = 0,15 \text{ мм} = 150 \text{ мкм}$$

$$2Z_{min2}^{rp} = 68,450 - 67,950 = 0,5 \text{ мм} = 500 \text{ мкм}$$

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{min1}^{гр} = 69,950 - 68,450 = 1,5\text{мм} = 1500\text{мкм}$$

### 3.5 Розрахунок режимів різання

При назначенні елементів режимів різання враховують тип і розміри інструмента, матеріал його різальної частини, матеріал і стан заготовки, тип і стан обладнання. Розрахунок режимів різання виконуємо за методикою, наведеною у довіднику [10]

$$\text{Поправочний коефіцієнт } K_{mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.95 \cdot \frac{750}{610} = 1.16$$

де:  $K_r = 0.95$ - коефіцієнт що характеризує групу сталі по оброблюваності.  
 $\sigma_B = 610$  МПа – границя міцності оброблювального матеріалу (40Х).

З таблиці 3.9 беремо значення степені  $n_v$  у відповідності до матеріалу інструмента і виду обробки.

Таблиця 3.9 – значення степені  $n_v$  для різних операцій.

Назва інструменту	різець		свердло		фреза	
	Із швидко-різальної сталі	Із твердого сплаву	Із швидко-різальної сталі	Із твердого сплаву	Із швидко-різальної сталі	Із твердого сплаву
$n_v$	1.75	1.0	0.9	1.0	1.35	1.0

**Точіння.** Для отримання шорсткості  $Ra = 3.2$  обираємо глибину різання у діапазоні  $t=0,5...2,0\text{мм.}$ , для  $Ra \geq 0.8$   $t= 0,1...0,4\text{мм.}$  Для обробки зовнішніх поверхонь приймаємо  $t=1\text{мм.}$  для внутрішніх  $t=0.4\text{мм}$

Рекомендована подача при чорновій обробці точінні зовнішніх поверхонь становить  $s=1.2\text{мм/об,}$  для розточки внутрішніх поверхонь  $s=0,7$  мм/об.

Подача при чистовій обробці  $s=0.1$  мм/об.

Швидкість різання вираховують за формулою:

$$v = \frac{C_v}{T^{m_t} x_{sy}} K_v$$

Де  $K_v$ - добуток коефіцієнтів  $K_{mv}$ ,  $K_{pv}$ ,  $K_{iv}$ ;  $T = 60\text{хв.}$  – середнє значення стійкості;  $C_v = 420$ ,  $x = 0.15$ ,  $y = 0.2$   $m = 0.2$ ;  $K_{mv} = 0.9$  - коефіцієнт який

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відображає стан поверхні заготовки;  $K_{iv} = 1$  - коефіцієнт котрий враховує якість матеріалу інструмента (Т15К6).

Для чорнового точіння зовнішніх поверхонь:

$$v = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 1^{0.15} \cdot 1.2^{0.2}} \cdot 1.16 \cdot 0.9 \cdot 1 = 186.425 \text{ м/хв}$$

Для чорнкової розточки внутрішніх поверхонь:

$$v = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0.4^{0.15} \cdot 0.7^{0.2}} \cdot 1.16 \cdot 0.9 \cdot 1 = 238.227 \text{ м/хв}$$

Для чистової обробки зовнішніх поверхонь:

$$v = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 1^{0.15} \cdot 0.1^{0.2}} \cdot 1.16 \cdot 0.9 \cdot 1 = 306.629 \text{ м/хв}$$

Для чистової обробки внутрішніх поверхонь:

$$v = \frac{420}{60^{0.2} \cdot 0.4^{0.15} \cdot 0.1^{0.2}} \cdot 1.16 \cdot 0.9 \cdot 1 = 351.576 \text{ м/хв}$$

**Сила різання.** Силу різання прийнято розкласти на складові сили напрямлені по осям координат верстата (тангенціальна  $P_z$ , радіальна  $P_y$ , осьова  $P_x$ ).

$$P_{z,y,x} = 10C_p t^x s^y v^n K_p$$

Де  $K_p$  – поправочний коефіцієнт що являє собою добуток ряду коефіцієнтів які враховують фактичні умови різання

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

Де  $K_{mp}$  – поправочний коефіцієнт що враховує вплив якості оброблювального матеріалу

У таблиці 3.11 занесені значення коефіцієнтів у відповідності до параметрів різального інструменту.

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

Показник степені  $n$  при обирається з таблиці 3.10 відповідно до операції та параметру який розраховується.

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.10 – Значення показника степені  $n$ 

Показник степені $n$ при визначенні		
Складової $P_z$ сили різання при обробці різцем	Крутний момент $M_{кр}$ і осьовий момент $P_0$ при свердлінні	Круговій силі різання $P_z$ при фрезеруванні
0,75	0,75	0,3

Значення  $K_{mp}$  для визначення сили різання  $P_z$  і крутного моменту  $M_{кр}$

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left( \frac{610}{750} \right)^{0.75} = 0.8564$$

Значення коефіцієнтів для  $K_p$  винесені в таблицю 3.11.

Таблиця 3.11 – значення поправочних коефіцієнтів що враховують геометричні параметри ріжучої частини для визначення сили різання.

Параметри		Поправочні коефіцієнти		
		тангенціальна $P_z$	радіальна $P_y$	осьова $P_x$
Головний кут в плані $\phi$	30	1,08	1,3	0,78
	45	1	1	1
	60	0,94	0,77	1,11
	90	0,89	0,5	1,17
Передній кут $\gamma$	-15	1,25	2	2
	0	1,1	1,4	1,4
	10	1	1	1
Кут нахилу леза $\lambda$	-5	1	0,75	1,07
	0		1	1
	5		1,25	0,85
	15		1,7	0,65
Радіус при вершині $r$	0,5	0,87	0,66	1
	1	0,93	0,82	
	2	1	1	
	3	1,04	1,14	
	4	1,10	1,33	



Значення коефіцієнта  $K_p$

$$K_p = 0.8564 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.8564$$

Значення коефіцієнта  $C_p$  і показників степені  $x$ ,  $y$ ,  $n$ , для визначення сили різання узято з таблиці 3.12

Таблиця 3.12 - Значення коефіцієнта  $C_p$  і показників степені  $x$ ,  $y$ ,  $n$  для кожної складової сили різання

тангенціальна $P_z$				радіальна $P_y$				осьова $P_x$			
$C_p$	$x$	$y$	$n$	$C_p$	$x$	$y$	$n$	$C_p$	$x$	$y$	$n$
300	1	0,75	-0,15	243	0,9	0,6	-0,3	339	1	0,5	-0,4

Для зовнішнього діаметра

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0.1^{0.75} \cdot 306.629^{-0.15} \cdot 0.8564 = 193.556 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 1^{0.9} \cdot 0.1^{0.6} \cdot 306.629^{-0.3} \cdot 0.8564 = 109.553 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0.1^{0.5} \cdot 306.629^{-0.4} \cdot 0.8564 = 92.946 \text{ Н}$$

$$P_{z,y,x} = \sqrt{193.556^2 + 109.553^2 + 92.946^2} = 241,049 \text{ Н}$$

Для внутрішніх поверхонь

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0.1^{0.75} \cdot 351.576^{-0.15} \cdot 0.8564 = 189.625 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 1^{0.9} \cdot 0.1^{0.6} \cdot 351.576^{-0.3} \cdot 0.8564 = 90.048 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 0.1^{0.5} \cdot 351.576^{-0.4} \cdot 0.8564 = 87.997 \text{ Н}$$

$$P_{z,y,x} = \sqrt{189.625^2 + 90.048^2 + 87.997^2} = 227,560 \text{ Н}$$

**Потужність різання**

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60}$$

Для зовнішніх поверхонь

$$N = \frac{193.556 \cdot 306.629}{1020 \cdot 60} = 0.969 \text{ кВт}$$

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Для внутрішніх поверхонь

$$N = \frac{189.625 \cdot 351.576}{1020 \cdot 60} = 1.089 \text{ кВт}$$

### Свердління.

**Глибина різання.** При свердлінні глибина різання  $t$  визначається за формулою:

$$t = 0,5D = 0.5 \cdot 25 = 12,5 \text{ мм.}$$

Подача при свердлінні без обмежувальних факторів максимально допустиму по міцності свердла [10]  $s = 0,43 \dots 0,48 \text{ мм/об}$

Швидкість різання визначається за формулою:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_s} y} K_v = \frac{9.8 \cdot 27^{0.4}}{50^{0.2} 0.48^{0.5}} \cdot 1.16 = 28,042 \text{ м/хв}$$

Де  $T = 50 \text{ хв.}$  – період стійкості інструмента; Марка різальної частини Р6М5;  $C_v = 9,8$ ;  $q = 0,4$ ;  $y = 0,5$ ;  $m = 0,2$ ; охолоджувальна рідина – є.

$$K_v = K_{mv} K_{iv} K_{lv} = 1.16 \cdot 1 \cdot 1 = 1.16$$

Де  $K_{lv} = 1$  – коефіцієнт що враховує глибину різання

### Крутний момент і осьовий момент

$$M_{кр} = 10 C_M D^q s^y K_p = 10 \cdot 0.0354 \cdot 27^2 \cdot 0.48^{0.8} \cdot 0.8564 = 122,857 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_0 = 10 C_p D^q s^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 27 \cdot 0.48^{0.7} \cdot 0.8564 = 9\,406,286 \text{ Н}$$

Значення коефіцієнта  $C_M$  і показників степені для визначення крутного то осьового моментів беремо з таблиці 3.13

Таблиця 3.13 – значення коефіцієнта  $C_M$  і показників степені для визначення крутного то осьового моментів

Крутний момент			осьовий момент		
$C_M$	$q$	$y$	$C_p$	$q$	$y$
0.0354	2	0.8	68	1	0.7

$$K_p = K_{mp} = 0.8564$$

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність різання визначають за формулою:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{122,857 \cdot 330,594}{9750} = 4,165 \text{ кВт}$$

Де  $n$  - частота обертання інструменту або заготовки об/хв,

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 28,042}{\pi \cdot 27} = 330,594 \text{ об/хв}$$

### **Фрезерування.**

#### **Глибина $t$ і ширина $B$ фрезерування.**

Поперечний паз

$$t = 10.5 \text{ мм.}$$

$$B = 10.4 \text{ мм.}$$

Паз під ніж

$$t = 6.7 \text{ мм.}$$

$$B = 16 \text{ мм.}$$

**Подача.** При фрезеруванні розрізняють подачу на один зуб  $s_z$ , подачу на один оберт фрези  $s$  і подачку хвилину  $s_m$  котрі знаходяться в наступному співвідношенні:

$$s_m = sn = s_z zn$$

Де  $n$  – частота обертання фрези, об/хв;  $z$  – число зубів фрези

Подача при чорновому фрезеруванні дисковою фрезою  $s_z = 0,06 \dots 0,09$

#### **Швидкість різання**

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v$$

Де  $T = 120$  хв; Матеріал фрези Р6М5

Значення показників степені і коефіцієнт  $C_v$  беремо з таблиці 3.14.

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.14 – значення коефіцієнта  $C_v$  і показників степені для визначення швидкості різання при фрезеруванні

$C_v$	$q$	$x$	$y$	$u$	$p$	$m$
1825	0,2	0,3	0,12	0,1	0	0,35

$$K_v = K_{mv} K_{iv} K_{pv} = 1.16 \cdot 1 \cdot 0.9 = 1.044$$

Для пазів під ножі

$$v = \frac{1825 \cdot 160^{0.2}}{180^{0.35} \cdot 6.7^{0.3} \cdot 0.04^{0.12} \cdot 16^{0.1} \cdot 24} \cdot 1.044 = 538.221$$

Для поперечного паза

$$v = \frac{1825 \cdot 50^{0.2}}{180^{0.35} \cdot 10.5^{0.3} \cdot 0.04^{0.12} \cdot 10.4^{0.1} \cdot 24} \cdot 1.044 = 491.06 \text{ м/хв}$$

### Сила різання

$$P_z = \frac{10 C_p s_z^y t^x B^u z}{D^q n^w} K_{mp}$$

Де  $z$  – число зубів фрези;  $n$  – частота обертання фрези, об/хв.

Значення коефіцієнта і показників степені беремо з таблиці 3.15

Таблиця 3.15 - Значення коефіцієнта  $C_p$  і показників степені для визначення сили різання при фрезеруванні

$C_p$	$q$	$x$	$y$	$u$	$w$
261	1,1	0,9	0,8	1,1	0,1

Для пазів під ножі

$$P_z = \frac{10 \cdot 261 \cdot 0.09^{0.8} \cdot 6.7^{0.9} \cdot 16^{1.1} \cdot 24}{80^{1.1} \cdot 155.530^{0.1}} \cdot 0.8564 = 894.694 \text{ Н}$$

Для поперечного паза

$$P_z = \frac{10 \cdot 261 \cdot 0.09^{0.8} \cdot 10.5^{0.9} \cdot 10.4^{1.1} \cdot 24}{50^{1.1} \cdot 208.575^{0.1}} \cdot 0.8564 = 842.296 \text{ Н}$$

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Крутний момент

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100}$$

Де  $D$  – діаметр фрези, мм.

Для пазів під ножі

$$M_{кр} = \frac{894.694 \cdot 80}{2 \cdot 100} = 715.755 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Для поперечного паза

$$M_{кр} = \frac{842.296 \cdot 50}{2 \cdot 100} = 673.837 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Потужність різання

$$N_e = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60}$$

Для пазів під ножі

$$N_e = \frac{894.694 \cdot 39,089}{1020 \cdot 60} = 7.868 \text{ кВт}$$

Для поперечного паза

$$N_e = \frac{842.296 \cdot 32,763}{1020 \cdot 60} = 6.758 \text{ кВт}$$

## Шліфування.

### Ефективна потужність.

$$N = C_N v_3^r t^x s^y d^q = 0.36 \cdot 30^{0.35} \cdot 0.005^{0.4} \cdot 5.5^{0.4} \cdot 27^{0.3} = 0,755 \text{ кВт}$$

Де  $d$  – діаметр шліфування, мм.

Показники степені і коефіцієнти беремо з таблиці 3.16, у таблиці 3.17 вказані параметри різання для шліфувальної операції.

Таблиця 3.16 – коефіцієнт  $C_N$  та показники степені для розрахунку потужності

Шліфувальний круг		Коефіцієнт і показник степені				
Зернистість	Твердість	$C_N$	$r$	$x$	$y$	$q$
40	C1	0,36	0.35	0,4	0,4	0,3

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.17 – Параметри різання

Швидкість круга $v_k$ , м/с	швидкість заготовки $v_z$ , м/хв	Глибина шліфування $t$ , мм	Повздовжня подача $s$
30-35	20-40	0,0025-0,01	(0,25-0,4) $B$

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4 РОЗРОБКА ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАННЯ ПОПЕРЕЧНОГО ПАЗУ

Без використання технологічного оснащення у виробництві практично неможливо. Так і для виконання технологічних операцій виготовлення розвертки потрібно використовувати те чи інше пристосування. Для розробки була обрана операція фрезерування поперечного пазу. За основу було взято ексцентриковий затискний механізм із ручним приводом, заготовка фіксується двома призмами.

Ексцентрикові затискні механізми використовуються в універсальних, спеціалізованих і спеціальних верстатних пристосувань до металорізальних верстатів практично всіх груп.[12]

Для того щоб спроектувати затискний механізм, спочатку, потрібно розрахувати силу затиску заготовки, яка потрібна для того щоб надійно закріпити заготовку у пристосуванні. Так як у обраній конструкції опорним елементом є призма, розрахункова формула має наступний вигляд.

$$W = \frac{k}{f} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot P_z = \frac{4,32}{0,16} \cdot \sin\left(\frac{45}{2}\right) = 8703 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

де:

$f = 0,16$  – коефіцієнт тертя між контактуючими поверхнями заготовки і елементами пристосування;

$\alpha = 45^\circ$  - кут призми;

$P_z$  – сила різання при виконанні даної операції;

$k$  – коефіцієнт котрий враховує умови обробки.

$$k = k_0 k_1 k_2 k_3 = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,6 \cdot 1,2 = 4,32,$$

де:

$k_0 = 1,5$  – гарантований коефіцієнт запасу;

$k_1 = 1,5$  – коефіцієнт, що враховує зміну сили різання;

$k_2 = 1,6$  – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при затупленні інструмента;

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$k_3 = 1,2$  – коефіцієнт, котрий враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні;

Переваги: простота і компактність конструкції; широке використання стандартних деталей; зручність в наладці; можливість отримати відносно великі сили затиску заготовки при не великій силі на привід; можливість до самогальмування; швидкодія; сили закріплення круглими ексцентриковими механізмами кулачками не стабільні і суттєво залежать від розміру заготовки;

Недоліки: зосереджений характер сил, що не дозволяє використовувати ексцентриковий затискний механізм для закріплення не жорстких заготовок; знижена надійність у зв'язку з інтенсивним зношуванням ексцентрикових кулачків. [12]

Ексцентриковий зажим є швидкодіючими, але мають меншу силу затиску, ніж гвинтові, мають обмежене лінійне переміщення і не можуть надійно працювати при значних різницях розмірів між установчою і затискною поверхнями заготовок. Круглий ексцентричний зажим представляє собою диск (рис.4.1), котрий обертається навколо осі  $O$ , яка зміщена відносно геометричної осі ексцентрика на деяку відстань  $e$ , її називають ексцентриситетом.

Круглі ексцентрики виготовляють зі сталі 20Х, цементують на глибину 0,8 – 1,2 мм і загартовують до твердості HRC 55-60. З теоретичної механіки відомо, що умова самогальмування двох тіл що труться визначається:

$$\varphi \geq \alpha$$

де:

$\varphi$  – кут тертя;

$\alpha$  – кут підйому, під яким відбувається тертя.

Самогальмівні ексцентрики затискних пристосувань забезпечуються при певному співвідношенні його зовнішнього діаметра  $D$  до ексцентриситету  $e$ :

$$\frac{D}{e} \geq 14$$

Співвідношення  $\frac{D}{e}$  називається характеристикою ексцентрика ексцентрика.

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



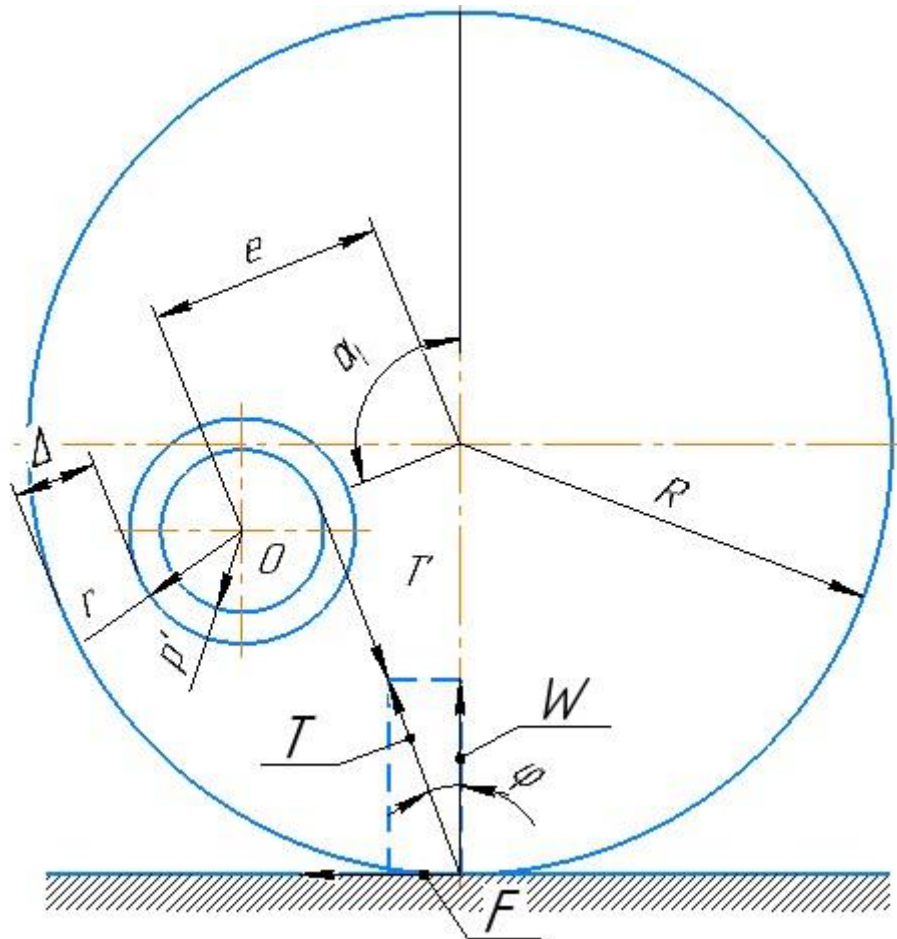


Рисунок 4.1 – Круглий самогальмівний ексцентрик і сили що діють на нього

Вихідні дані для визначення основних параметрів ексцентрика є:

$\delta$  – допуск розміру заготовки від її установчої бази і до місця прикладення сили затиску, мм;

$\alpha$  – кут повороту ексцентрика від нульового початкового положення до місця затиску деталі, град.;

$W$  – сила затиску деталі що обробляється, Н (кгс)

За відсутності обмеження кута повороту ексцентрика його ексцентриситет визначають за формулою:

$$h_k = \Delta_{\text{гар}} + \delta + \Delta h_k + \frac{W}{J} = 0.4 + 0.3 + 0.6 + \frac{8703}{9800} = 2.188$$

Де  $\Delta_{\text{гар}} = 0,2 \dots 0,4$  – зазор, який забезпечує вільне встановлення заготовки під ексцентрик, мм;

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Delta h_k = 0,4 \dots 0,6$  – запас ходу, що враховує неточність виготовлення і знос ексцентрика і попереджає перехід його через мертву точку, мм;

$\delta = 0,3$  – допуск розміру заготовки, Н/мм;

$J = 9800 \dots 19600$  – жорсткість системи затиску заготовки в пристосуванні, Н/мм

З урахуванням середніх значень  $\Delta_{\text{гар}}$  і  $\Delta h_k$  формула має вигляд:

$$e = \frac{\delta}{2} + \frac{W}{\gamma} + (0,3 \dots 0,5) = \frac{0,3}{2} + \frac{8703}{9800} + 0,5 = 1,538 \text{ мм.}$$

Величину ексцентриситету практично приймають не більше півтора кратної величини допуску розміру оброблювальної деталі в місці затиску.

Визначення довжини рукоятки ексцентрикового механізму

$$L \geq \frac{M_{\text{max}} \cdot W}{F \cdot W_{\text{max}}} = \frac{62700 \cdot 8703}{196 \cdot 9000} = 309,341$$

Дане пристосування відповідає усім за заданим умовам і є простим у виготовленні і експлуатації.

Для того щоб обробити поперечний паз заготовки 1 її потрібно розмістивши на плиті 2 в упорній призмі 3 (рис 4.2). Сама призма розміщена у пазі і кріпиться до столу гвинтом 4. За допомогою важеля 7 обертаємо ексцентрик 5 за годинниковою стрілкою і завдяки чому переміщуємо затискну призму 6, яка затискає заготовку у пристосуванні. Затискна призма 6 кріпиться гвинтом 13 і може пересуватись вздовж пазу 14 (рис 4 .3). Ексцентрик обертається навколо валу 11, крутний момент від ексцентрика на вал передається за допомогою шпонки 12. Важіль 7 з однієї сторони має різьбу, за допомогою якої кріпиться до ексцентрика 5. На двох торцях ексцентрика зроблений на певний кут паз 10 по якому переміщуються штифти 9 який запресований у затискній призмі 6. Це потрібно для того щоб розтиснути затискний механізм. Саме пристосування кріпиться до верстату за допомогою сухарів 8 які пригнічуються гвинтами 15.

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

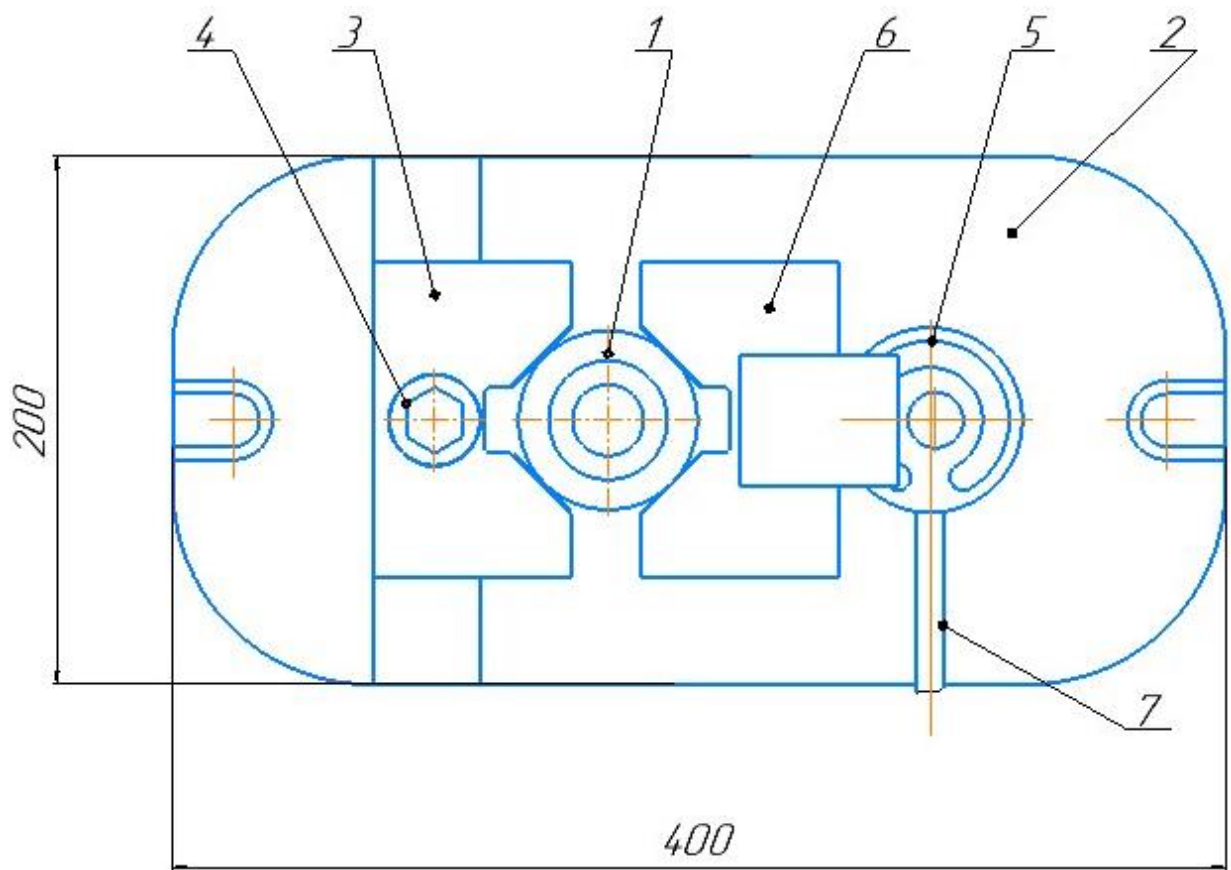


Рисунок 4.2 – ескіз пристосування для обробки поперечного паза

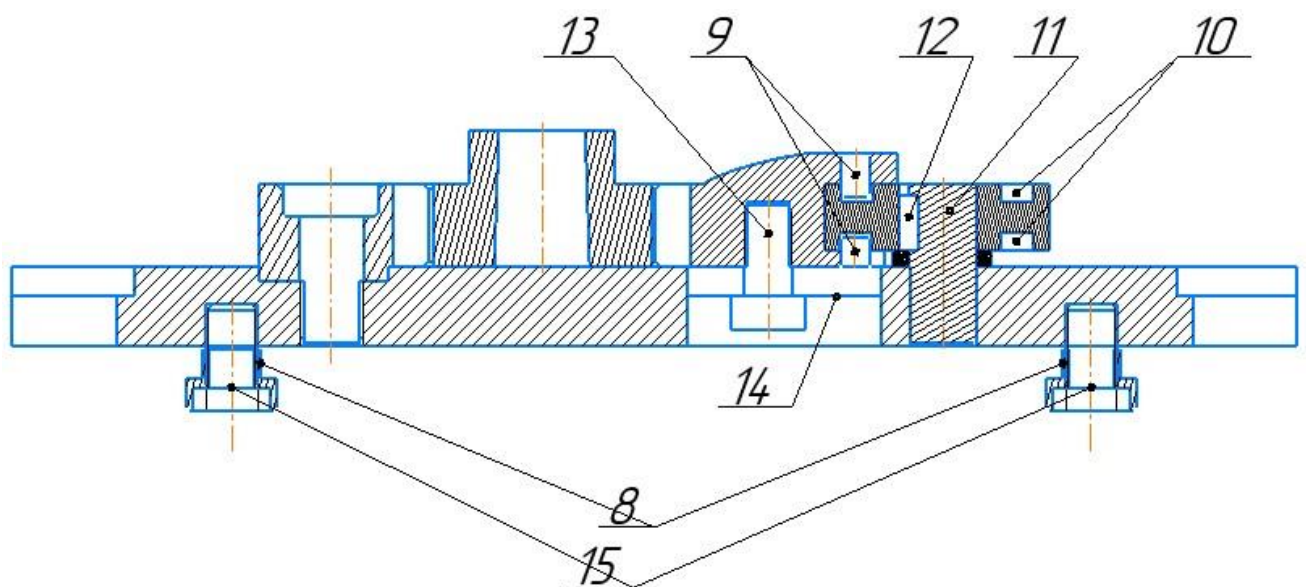


Рисунок 4.3 – Пристосування для обробки пазу у розрізі

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис 4.4 можна побачити 3D модель спроектованого затискного пристосування в робочому положенні тобто затиснутою у ньому заготовкою.

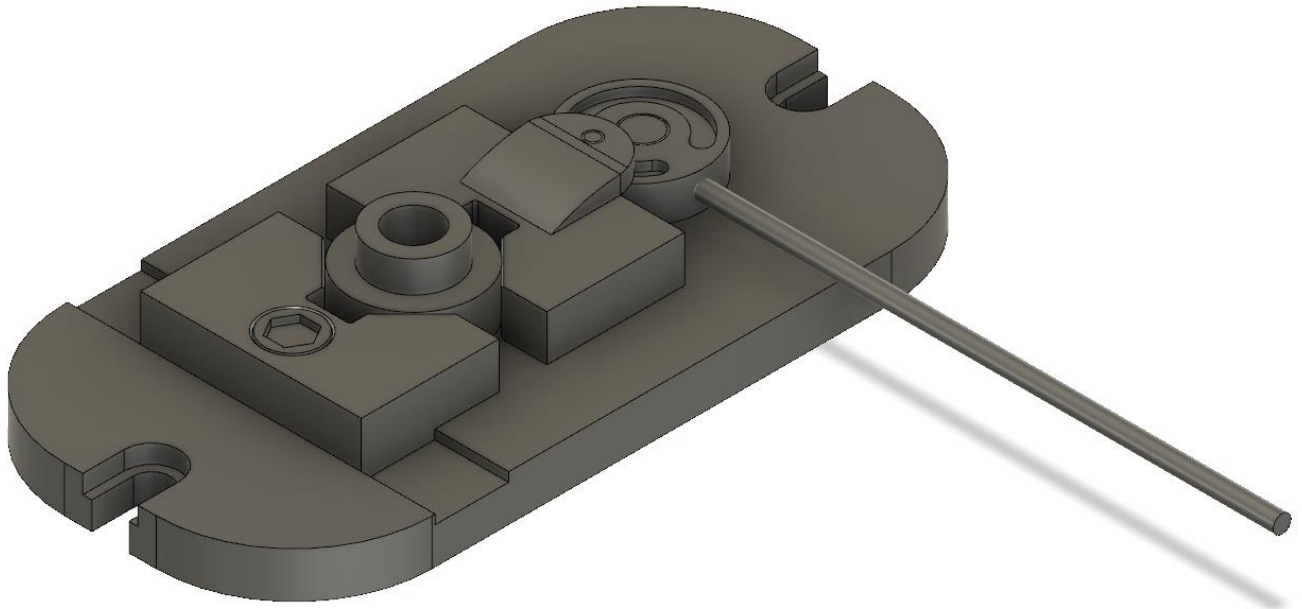


Рисунок 4.4 – 3D модель затискного пристосування для обробки поперечного паза виконана у програмі Autodesk Fusion 360

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5 ОПРАВКИ ДЛЯ НАСАДНОЇ РОЗВЕРТКИ

У стандарті ГОСТ 13044-85 наведено найпростіший варіант оправки для кріплення розвертки (рис 5.1), з її допомогою розвертка виконує свою роботу і якість поверхні є цілком задовільна. Але це тільки за умови якщо не має додаткових потреб [19]. Оправка складається з корпусу, на кінці якого розташована базова конічна поверхня 1 з конусністю 1:30 для розміщення на ній насадної розвертки. Крутний момент розвертці передає поводок 2, що розташований на корпусі оправки, а в свою чергу крутний момент від корпусу до поводка передається за допомогою шпонки 5. Гайкою 3 поводок підводиться до розвертки і фіксується гвинтом 4.

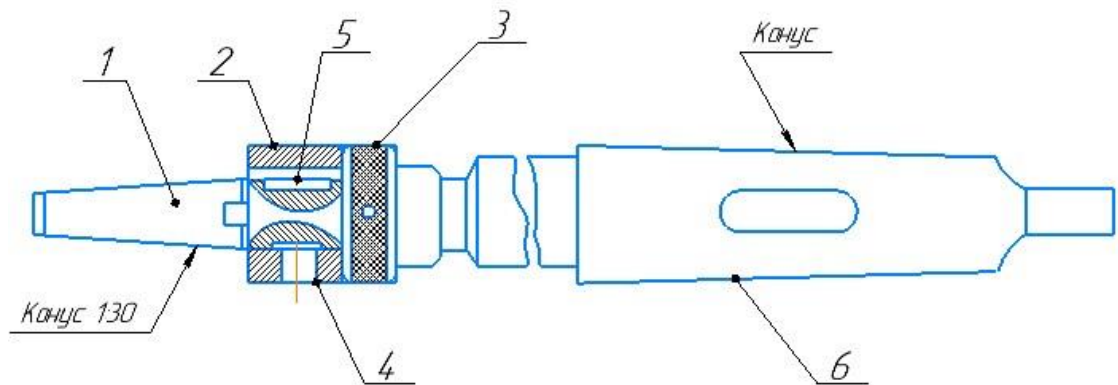


Рисунок 5.1 – Стандартна розвертка за ГОСТ 13044-85

Конструкційні особливості розвертки такі, що в процесі роботи вони зазнають значні радіальні і незначні осьові навантаження. Тому розвертки не забезпечують точності напрямку осі отвору, вони самі намагаються встановитися по осі отвору. У тих випадках, коли потрібно задати розвертці точний напрямок по осі отвору, перед розвертанням проводять розточування отвору. Розвертку закріплюють так, щоб бід час роботи вона вільно встановлювалась по отвору, або мала точний напрям. Вільне встановлення розверток забезпечується використанням плаваючий патрон і патрон що хитається.

Патрон що хитається для встановлення насадної розвертки зображено на рис (5.2). Розвертка у такому патроні може вільно переміщуватись в радіальному

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напрямку і, центруючись в оброблювальному отворі. Завдяки цьому розвертка займає правильне положення навіть при не співвісності патрона і оброблювального отвору.

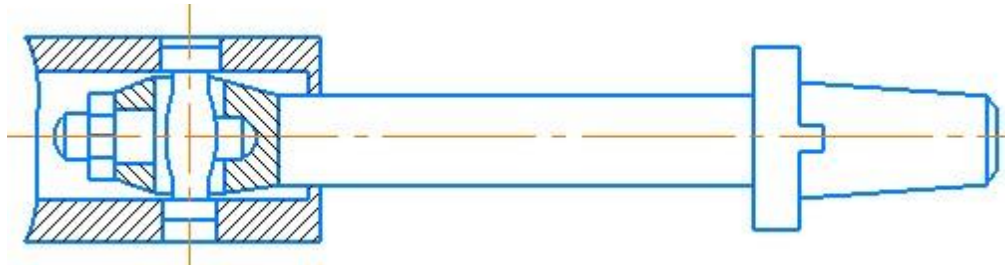


Рисунок 5.2 – Патрон, що хитається

Комбінація стандартної оправки та хиткого патрона наведений у ГОСТ 21232-75 Ця оправка має усі переваги вище вказаних оправок (рис 5.3). [18]

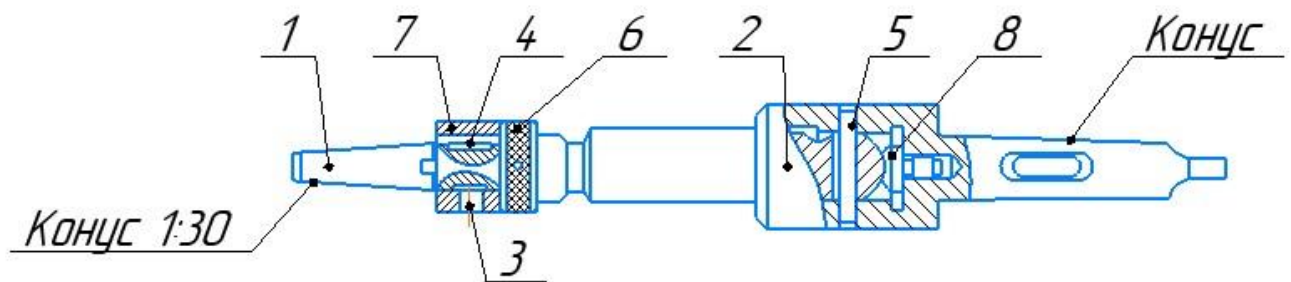


Рисунок 5.3 – Оправка що хитається

1 - корпус; 2 - хвостовик; 3 - гвинт; 4 - шпонка; 5 - штифт;  
6 - гайка; 7 - поводок; 8 - опора

Якщо розвертка закріплена так, що її вісь не співпадає з віссю обертання шпинделя, діаметр розвернутого отвору буде більшим, чим діаметр калібрувальної частини розвертки, і він може вийти за границі допустимого розміру. Спрощення роботи і підвищення її надійності досягається при закріпленні розвертки в самовстановлюючу оправку. (рис 5.4)



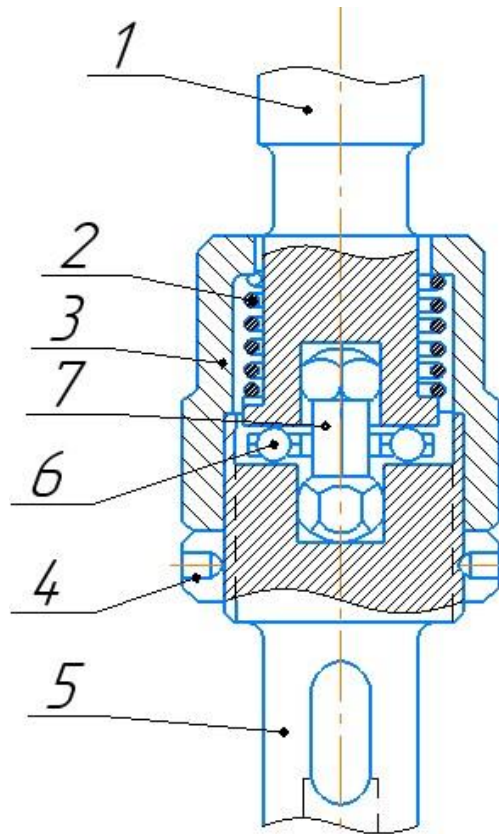


Рисунок 5.4 – Самовстановлююча оправка

В самоустановчій оправці маж торцем хвостовика 1 і оправки 5 встановлений упорний шарикопідшипник 6, котрий відтворює зусилля в осьовому напрямку. Для передачі крутного моменту служить повідок 7 з двома шароподібними шестигранними головками, грані котрих повернуті один відносно іншого на 30°. Пружина 2 запобігає випадання повідка 7 із шестигранного глухого отвору. Все деталі патрона з'єднуються стаканом 3 шляхом нагвинчування його на оправку 5 і фіксується контр гайкою 4. Розвертка насаджується на оправку 5. [13]

Для покращення обробки отворів жароміцних матеріалів розроблені і використовуються декілька видів патронів з еластичним затискачем, котрий гасить вібрації які виникають при різанні. При виникненні вібрацій підвищується шорсткість оброблюваних отворів і зменшується стійкість інструмента, особливо твердосплавного. При роботі насадними розвертками можуть бути використані антивібраційні оправки. (рис 5.5)

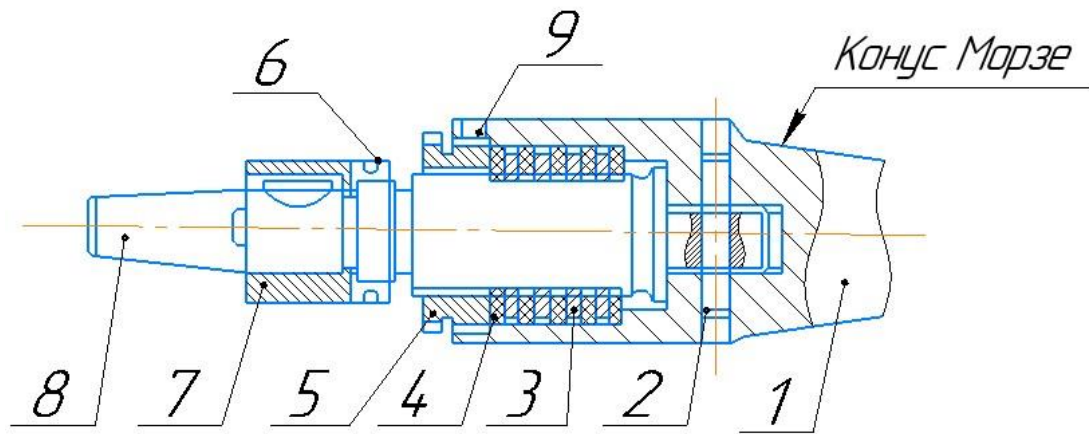


Рисунок 5.5 – Антивібраційна оправка

В розточці корпусу 1 на різьбі хвостовиком закріплена штанга 8 (рис. 5.5 а). Штифт 2 запобігає провертанню штанги. В порожнині між штангою і розточкою корпусу розміщенні коліні шайби 3. Половина шайб (через одну) по щільній посадці встановлена на штанзі і має зазор відносно отвору корпусу, а друга частина встановлена в отворі корпусу із зазором відносно штаги. Всі шайби за допомогою гайки 5 через резинове кільце 4 стиснуті між собою. Гвинт 9 стопорить гайку 5. Число шайб в одній оправці може становити до 50 штук при товщині, рівній 1 мм.

Розвертка встановлюється на конічну частину штанги і втримується торцевою шпонкою від провертання. Втулка зі штангою сполучені сферичною шпонкою. Положення втулки в осьовому напрямку визначається гайкою 6, котра також дозволяє зняти розвертку. При повертанні гайки спеціальним ключем відбувається зміщення втулки 7 у ліву сторону, і розвертка знімається.

При роботі з антивібраційними оправками інтенсивність автоколивань в 2 - 2.5 рази менше ніж при роботі зі звичайними, стандартними оправками. Зменшення вібрацій пояснюється тим що енергія коливань в значній мірі витрачається на подолання тертя між дисками.

Беручи до уваги усе вище сказано можна дійти висновку, що для обробки чавуну розробленою розверткою краще використовувати антивібраційну оправку так як вона дасть змогу зменшити шорсткість і підвищити якість оброблювальної поверхні.

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



У ході виконання даного дипломного проекту було розглянути стандартні та конструкції різних виробників розверток і проведений їх аналіз. Розглянувши різні конструкції розверток їхні переваги та недоліки було обрано конструкцію для проектування а саме, розвертка збірна насадна. У 2 розділі було детально розглянуті геометричні параметри розвертки, пораховано і зображено поля допусків на діаметр розвертки; підібраний матеріал корпусу, ножів і пластинок які кріпляться до них; визначили не рівномірний крок зубів ; підібрані основні кути. У розділі 3 йдеться про технологічний процес виготовлення даної розвертки, розглянуті його етапи та проведена оптимізація маршрути. Проведено розрахунок припусків на оброблювальну поверхню і режимів різання. Розділ 4 присвячений розробці затискного механізму. Для проектування було обрано ексцентриковий затискний механізм із двома призмами. Розрахована сила затиску заготовки та геометричні параметри ексцентрикового механізму. Створена 3D модель механізму. Розглянуто та підібрано оправки для насадного інструменту.

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЛІТЕРАТУРА

1. <https://www.secotools.com/article/84588>
2. ГОСТ 20388-74 Развертки машинные насадные цельные прямозубые для обработки деталей из легких сплавов. Конструкция и размеры
3. [https://www.kometgroup.com/fileadmin/user\\_upload/9\\_downloads/kompass/G\\_B\\_KomPass-Reaming.pdf](https://www.kometgroup.com/fileadmin/user_upload/9_downloads/kompass/G_B_KomPass-Reaming.pdf)
4. ГОСТ 1672— 2016 (ISO 521:2011, ISO 2402:1972) развертки машинные цельные
5. ГОСТ 13779-77 (СТ СЭВ 1167-78) Развертки цилиндрические. Допуски на диаметр (с Изменением N 1)
6. ГОСТ 11176-71 Развертки сборные насадные с привернутыми ножами, оснащенными пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры (с Изменением N 1)
7. Режущий инструмент. Курсовое и дипломное проектирование. Учебное пособие./Под ред. Е.Э. Фельдштейна. – Мн.: Дизайн ПРО, 2002. – 320 с., ил.
8. [https://studopedia.su/2\\_43140\\_kuti-tokarnogo-riztsya.html](https://studopedia.su/2_43140_kuti-tokarnogo-riztsya.html)
9. Е.Э. Фельдштейн РИ 2007
10. Справочник технолога-машиностроения. В 2-х т. С74 Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перрераб. и доп. – М .: Машиностроение, 1986. 496 с., ил.
11. Авраменко, В. Е. Технология машиностроения. Расчет припусков и межпереходных размеров: Учеб. пособие / В. Е. Авраменко, Ю.Ю. Терсков. Красноярск: ПИ СФУ, 2007. 88 с.
12. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. /Ред. Совет: Б.Н. Вардашкин (пред) и др. – М.: Машиностроение, 1984. – Т. 1/под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова, 1984. 592 с., ил.
13. И. Г. Космачев «Технология машиностроения» 1970р.

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14. Справочник технолога-машиностроения. В 2-х т. С74 Т. 1 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перрераб. и доп. – М .: Машиностроение, 1986. 656 с., ил.
15. Справочник инструментальщика/И. А. Ординарцев, С74 Г. В. Филипов, А. Н. Шевченко и др.; Под общ. ред. отд-ине, 1987. – 846 с.: ил.
16. Технологическая оснастка: Учебник для учреждений сред. проф. образования/Борис Ильич Черпаков. – М.: Издатель – ский цент «Академия», 2003. – 288 с.
17. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 512 л.: ил.
18. ГОСТ 21232-75. Оправки качающиеся для насадных разверток с коническим хвостовиком к сверлильным и расточным станкам. Конструкция и размеры.
19. ГОСТ 13044-85. Оправки для насадных зенкеров и разверток. Конструкция и размер

					ДПБ МІ-п6121.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# ДОДАТКИ

# Аналіз конструкції розверток

## Класифікація розверток

### 1. За кількістю зубів

1.1 Однозубі (односторонні)

1.2 Багатозубі

### 2. За типом кріплення на верстаті

2.1 Циліндричний хвостовик

2.2 Конічний хвостовик

2.3 Насадні

2.4 Модульна

### 3. За конструкцією

3.1 Цільні

3.2 Складальні

3.3 Збірні

### 4. Подача MOR

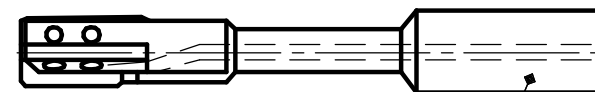
4.1 Є

4.2 Немає

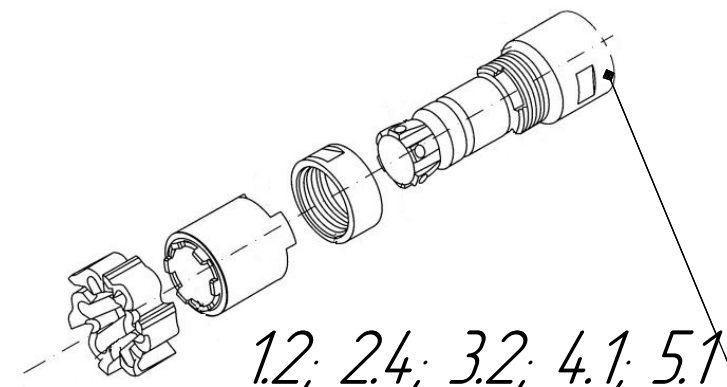
### 5. По виду установки різальної частини

5.1 Регульовані

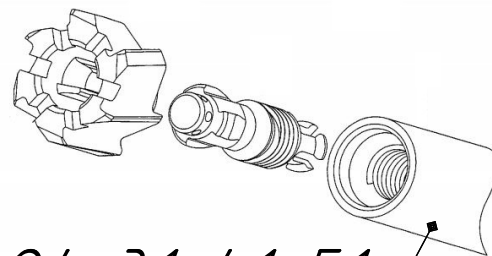
5.2 Не регульовані



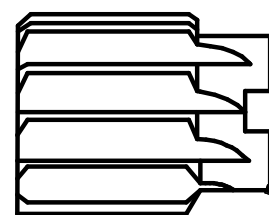
1.1; 2.1; 3.3; 4.1; 5.1



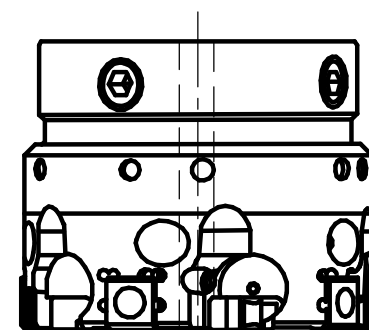
1.2; 2.4; 3.2; 4.1; 5.1



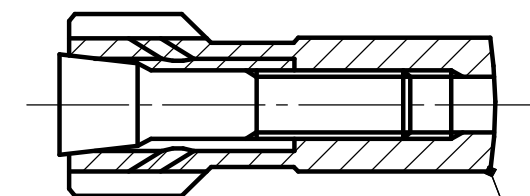
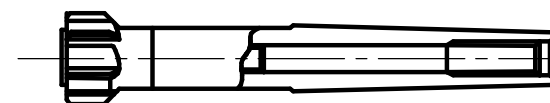
1.2; 2.4; 3.1; 4.1; 5.1



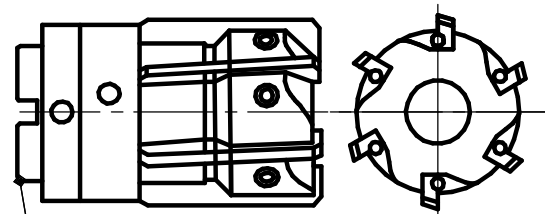
1.2; 2.3; 3.1; 4.2; 5.2



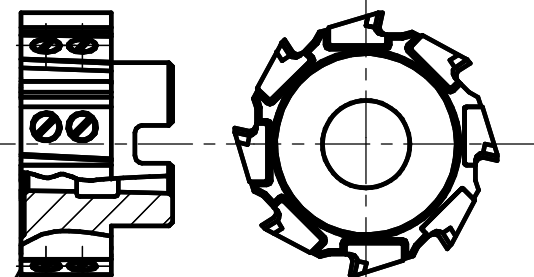
1.2; 2.3; 3.3; 4.1; 5.1



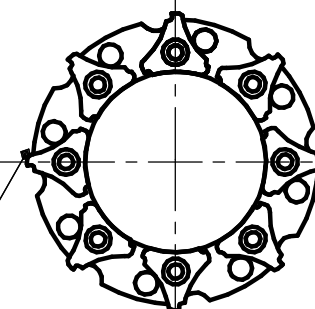
1.2; 2.4; 3.2; 4.1; 5.1



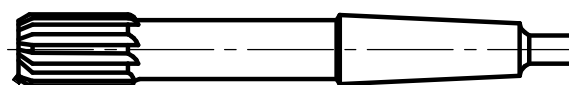
1.2; 2.3; 3.3; 4.1; 5.1



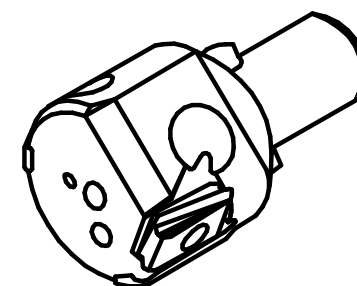
1.2; 2.3; 3.3; 4.2; 5.2



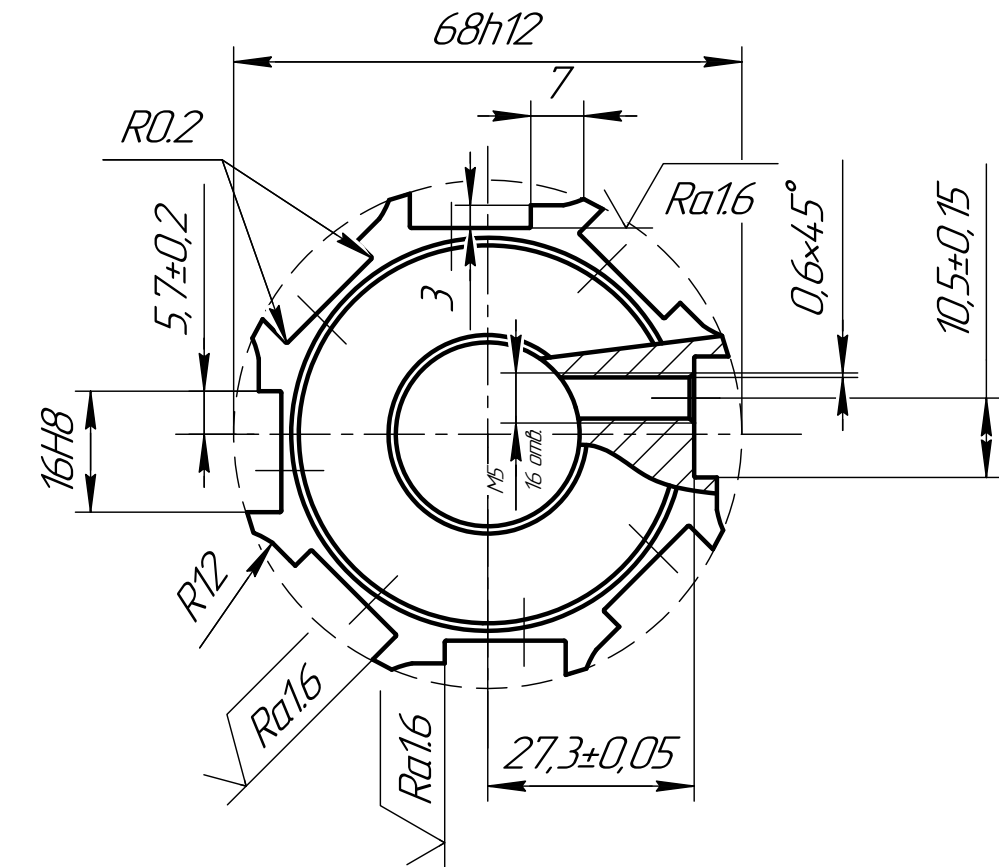
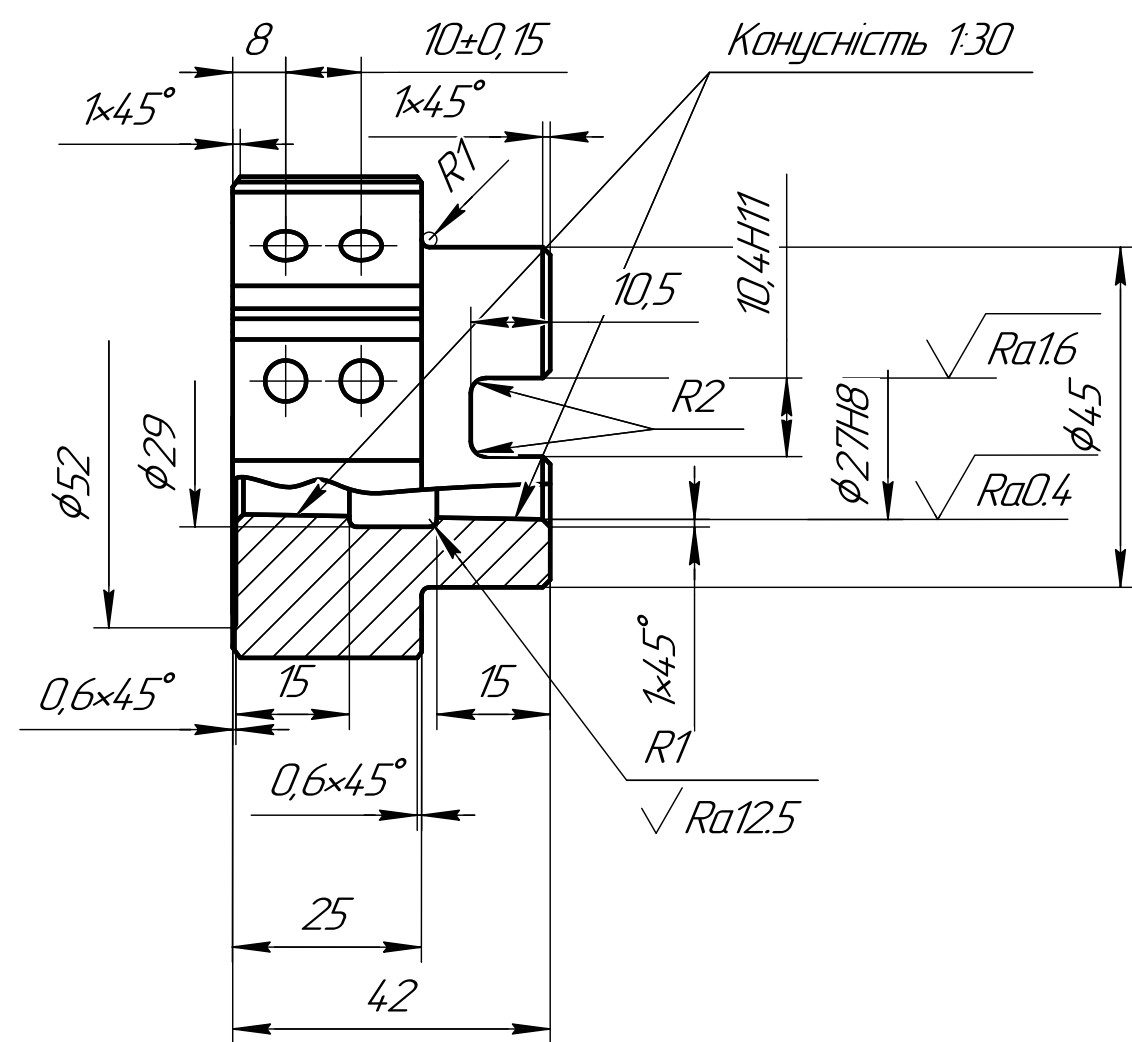
1.2; 2.4; 3.3; 4.2; 5.2



1.2; 2.2; 3.1; 4.2; 5.2

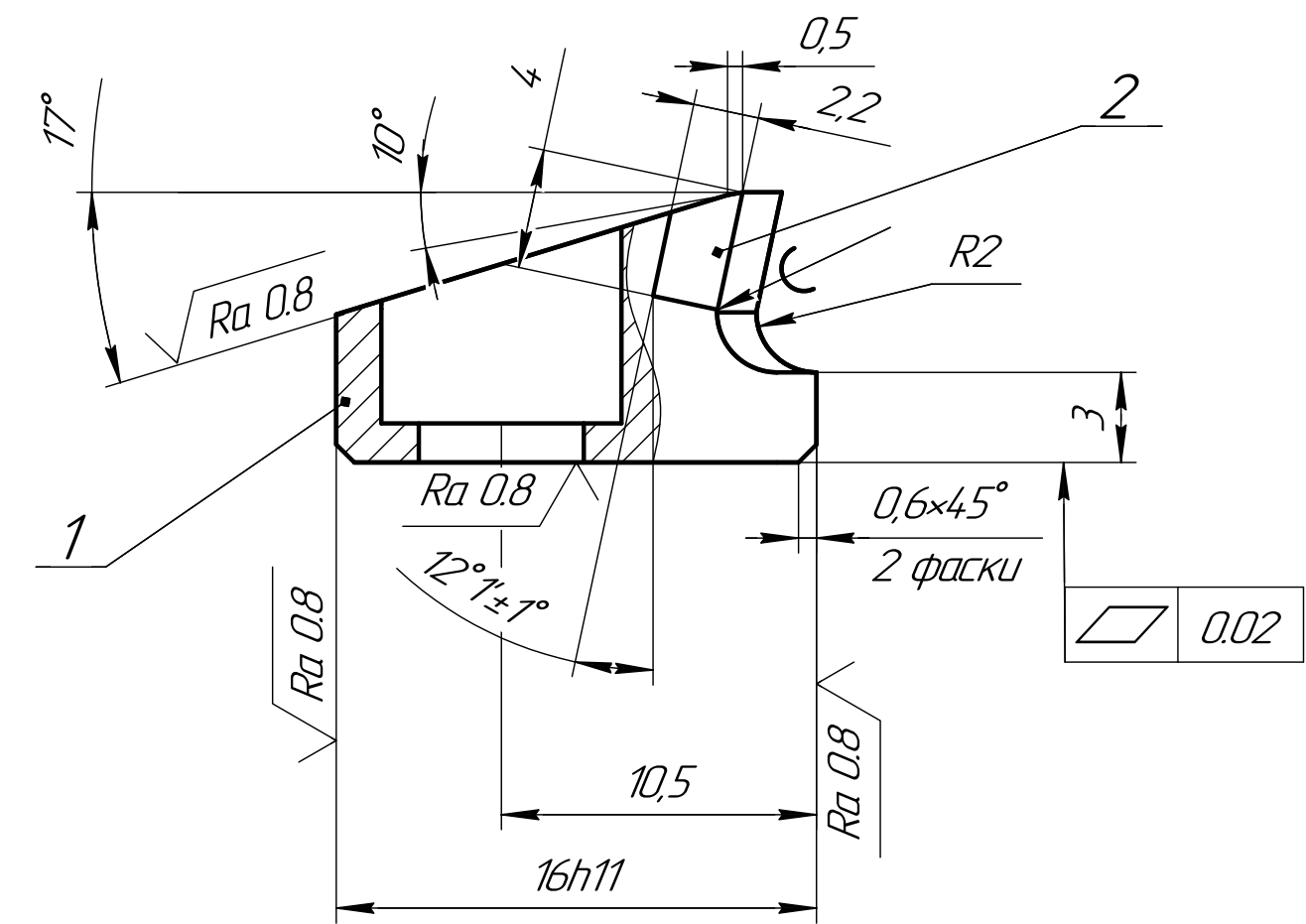
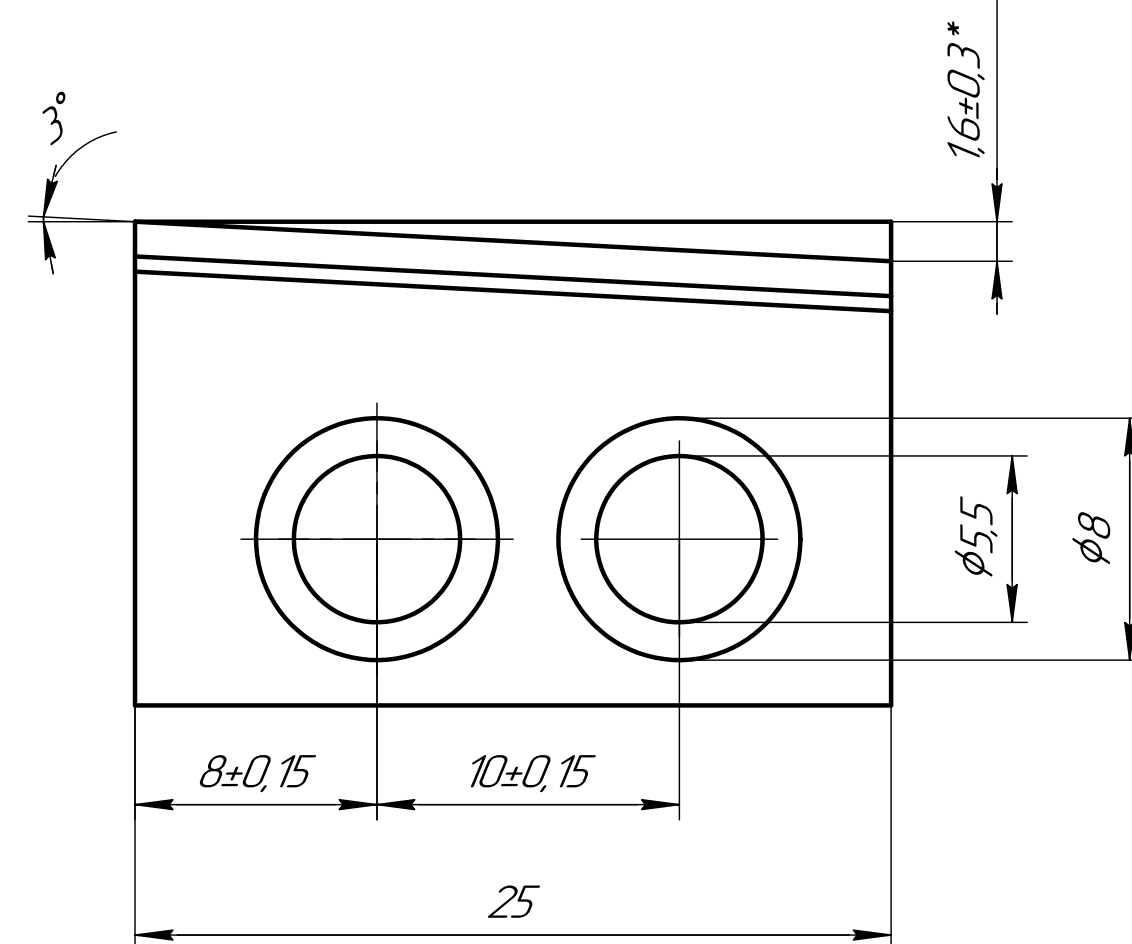
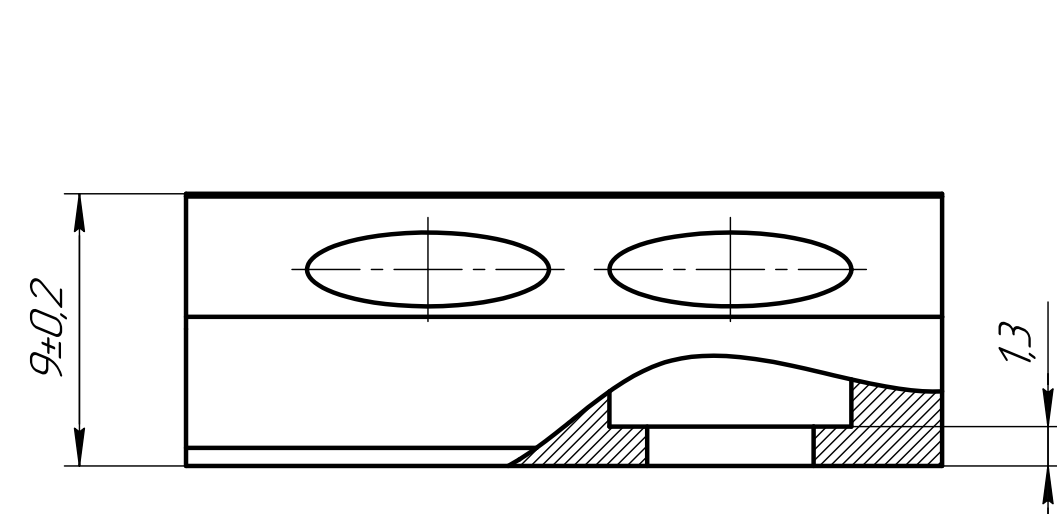


1.1; 2.4; 3.3; 4.1; 5.1



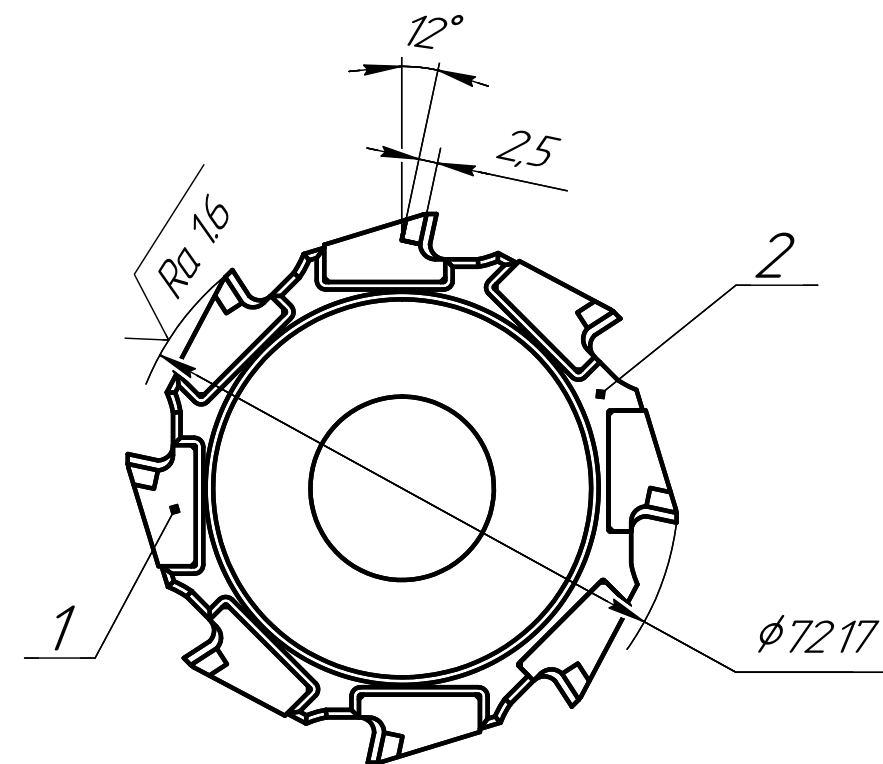
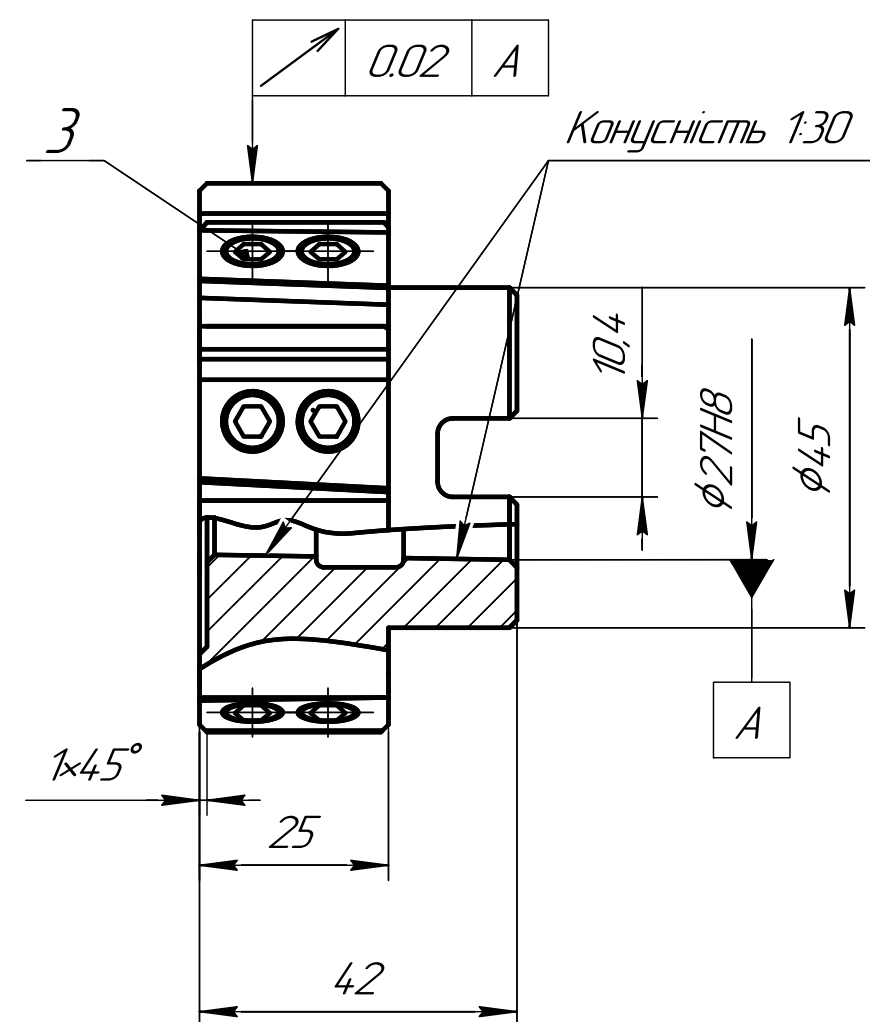
\*Розміри для довідок  
1. НРС 42... 45.  
2. ДСТУ ISO 2768-мк

						ДЛБ МІ-п6121.01.001						
						Корпус развертки						
Изм./лист	№ докум.	Подп.	Дата							Лист	Масса	Максимальная длина
Разработ	Исх.№ 31											1:1
Проект	Адамченко Ю.В.											
Т.контр.						Лист		Листов 1				
Исполн.						НТУУ «КПІ» ім.Скорохода						
Удп.												



\* Розмір для довідок

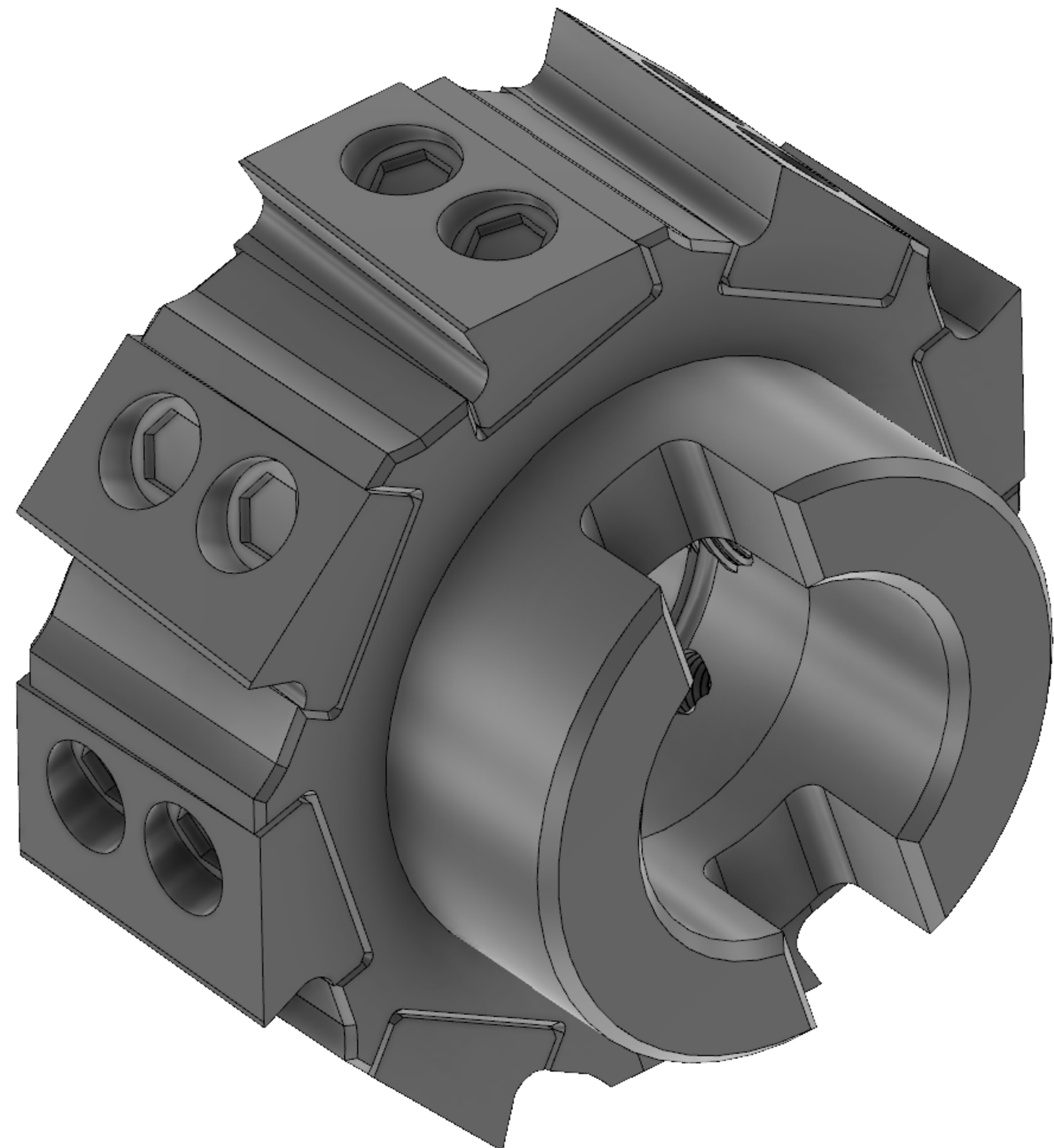
1. Завершальну заточку ножів проводять після складання розвертки
2. ДСТУ ISO 2768-пк
3. Матеріал корпусу ножа: Сталь 97 ГОСТ 1435-74
4. Матеріал різьб'яної частини: ВК8 ГОСТ 25425-90
5. Припой: латунь Л63

[illegible]

*\*Розміри для довідок*

- 1. Завершальне шліфування, заточування і доводка зубів відбувається у зібраному вигляді*
- 2. ДСТУ ISO 2768-тк*
- 3. Матеріал корпусу: Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016*
- 4. Матеріал корпусу ножа: Сталь У7 ГОСТ 1435-74*
- 5. Матеріал різальної частини: ВК8 ГОСТ 25425-90*

						ДПБ МІ-пб12101003 СК				
Изм./Лист	№ докум.	Подпи.	Дата	Развертка збірна насадна			Лист	Масса	Машинопис	
Разработ.	Исхисленич ЗЛ									11
Проект.	Адамченко ЮВ									
Т.кантр.							Лист	Истебл	1	
Нконтр.							НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського			
Сліди										

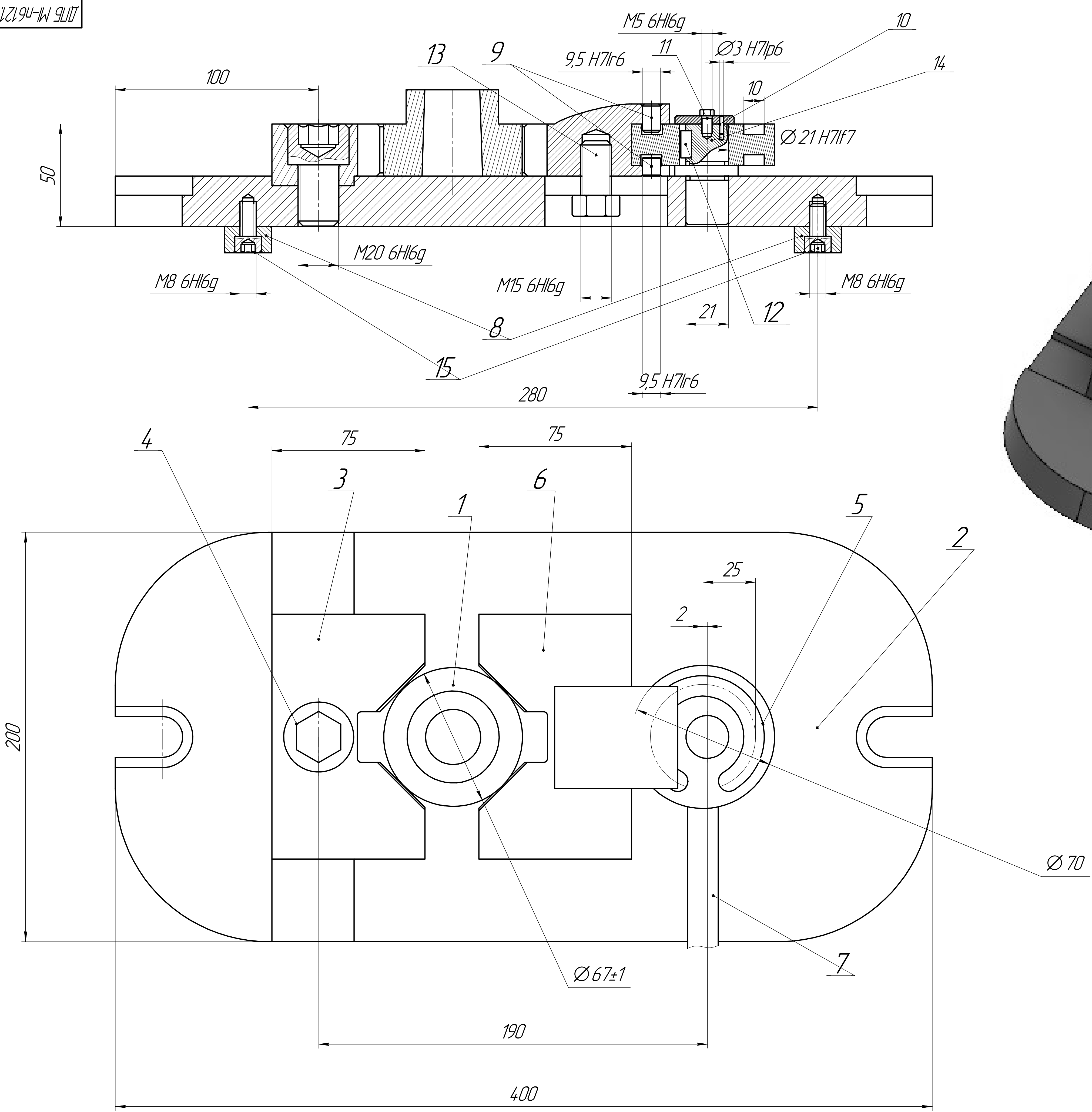


[illegible]

[illegible]







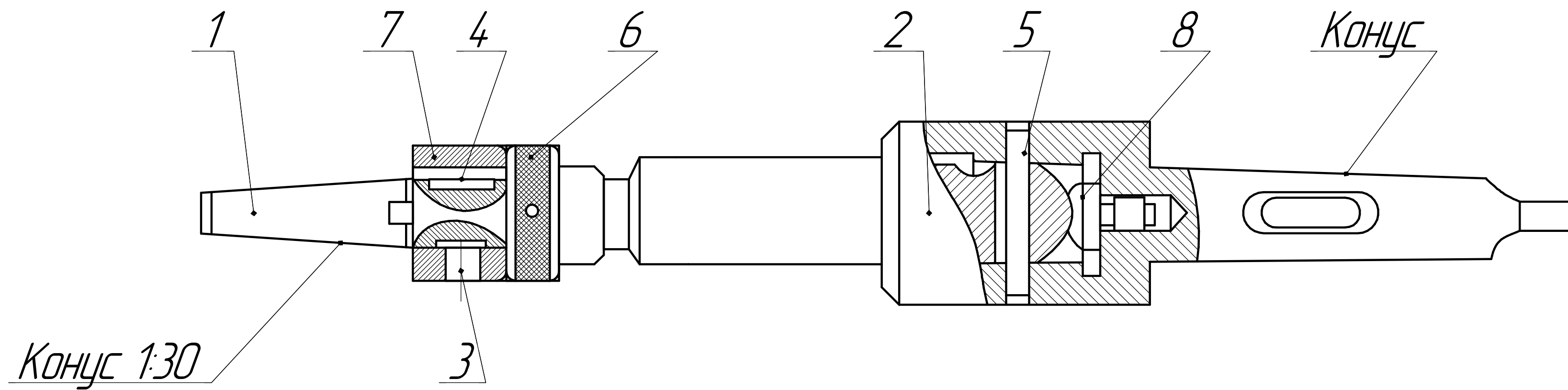
1. Сила закріплення заготовки в пристосуванні – 8703 Н  
2. Похибка закріплення в пристосуванні – 0.0517 мм  
3. Вимоги Безпеки пристосування за ГОСТ 12.2.029-88

ДЛПБ МІ-п612103.000 СК				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	1:1	
Разраб.	Исх.	Зл				
Проб.	Айдаменко Ю.				Лист	Листов 1
Т.контр.					НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського"	
Н.контр.					Формат А1	
Удп.					Копіював	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ДПБ.МІ-п6121.03.000 СК	<u>Складальне креслення</u>		
				<u>Деталі</u>		
		1		Заготовка	1	
		2		Плита	1	
		3		Опорна призма	1	
		5		Ексцентрик	1	
		6		Затискна призма	1	
		7		Важіль	1	
		8		Сухар	2	
		9		Штифт	1	
		10		Шпилька	1	
		14		Цапфа	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		4		Гвинт М20 ГОСТ 11738-84	1	
		11		Болт М5 ГОСТ 7798-2008	1	
		12		Шпонка ГОСТ 23360-78	1	
		13		Болт М15 ГОСТ 7798-2008	1	
		14		Гвинт М8 ГОСТ 11738-84	2	
				ДПБ.МІ-п6121.000.СП		
Зм.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата.	<div style="text-align: center;"> <p>Специфікація для ексцентриковогої затискний механізм</p> </div>	
Розробив	Юскевич З.І.					
Перевірив	Адаменко Ю.І.					
Н.контр.						
Затв.					<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>Літера</span><span>Аркуш</span><span>Аркушів</span></div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div></div><div>1</div><div>1</div></div> <div style="margin-top: 5px;">             НТУУ "КПІ ім. І.Сікорського", ММІ,МІ-п61           </div>	

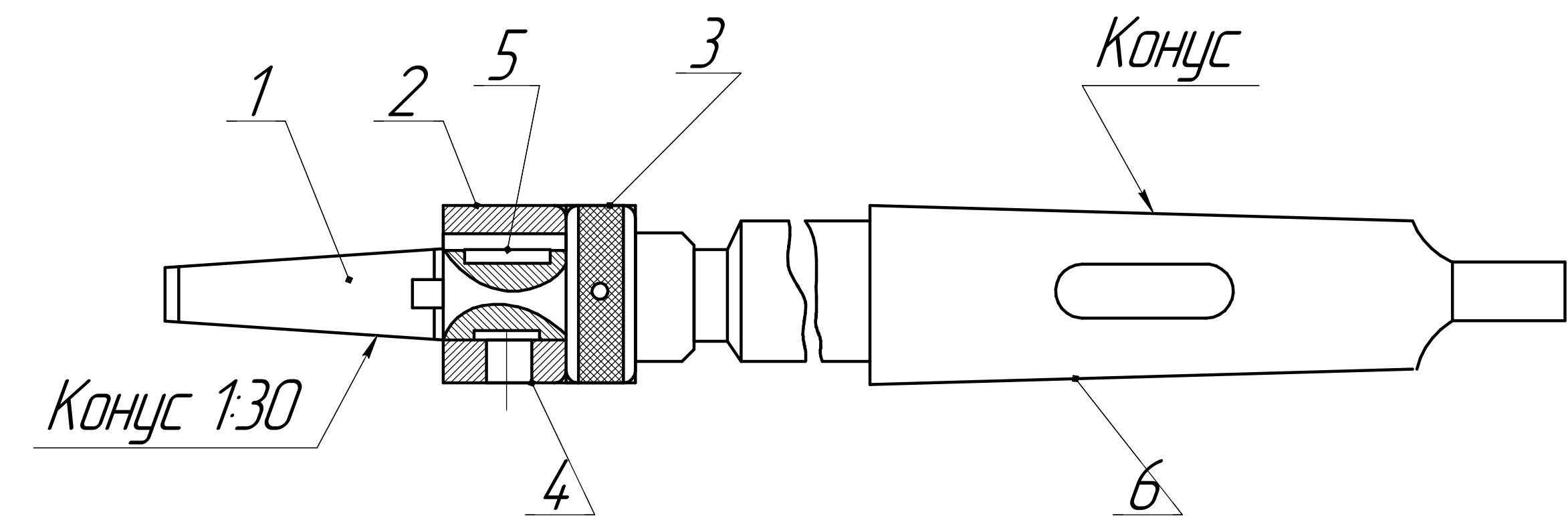
# Огляд оправок для насадної розвертки

Стандартна оправка ГОСТ 21232-75



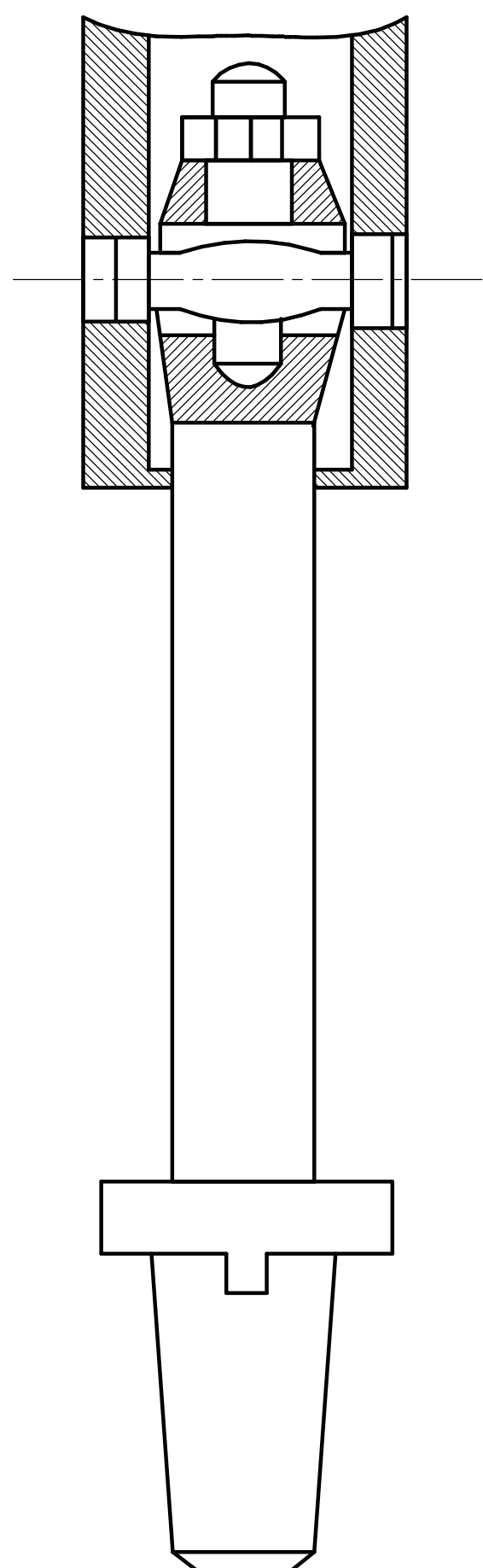
1 – корпус; 2 – хвостовик; 3 – гвинт; 4 – шпонка; 5 – штифт; 6 – гайка; 7 – повідок; 8 – опора

Стандартна оправка ГОСТ 13044-85

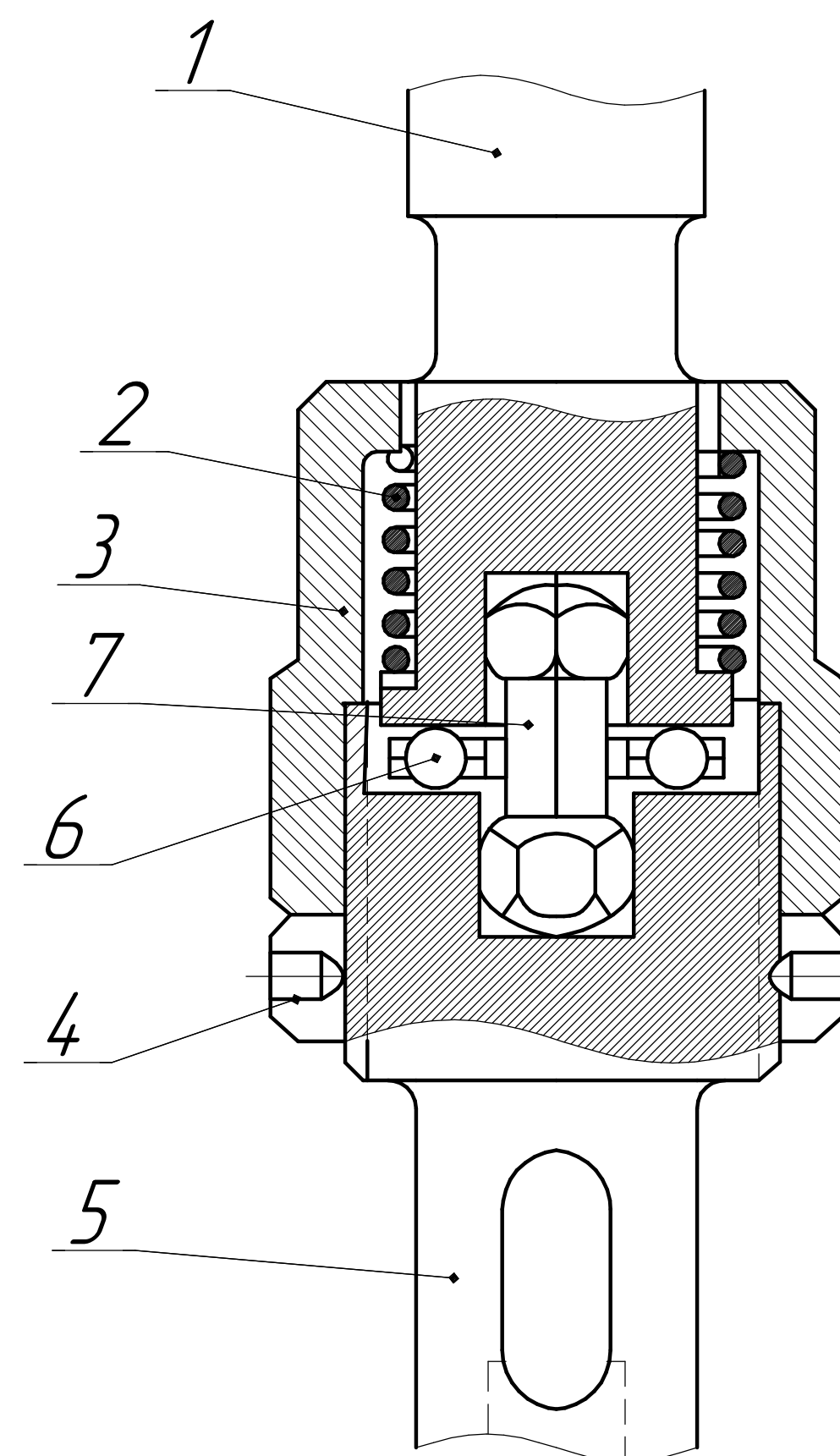


1 – корпус; 2 – поводок; 3 – гайка; 4 – гвинт; 5 – шпонка

Патрон що хитається

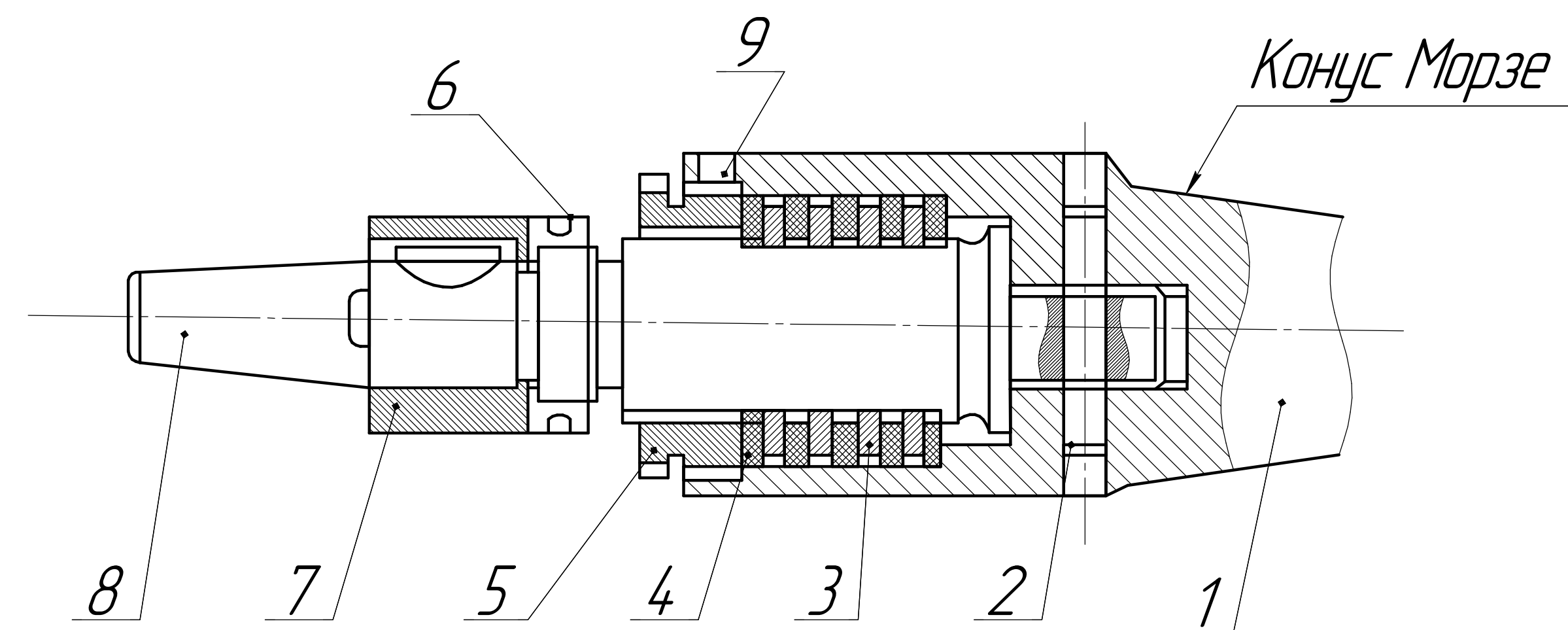


Самоустановка оправка



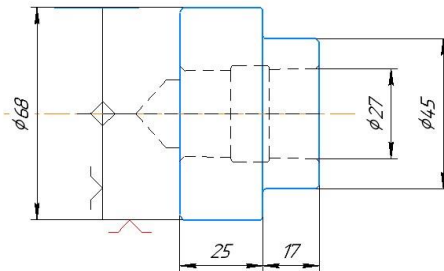
1 – хвостовик; 2 – пружина; 3 – стакан; 4 – контргайка;  
5 – оправка; 6 – упорний шарикопідшипник; 7 – повідок.

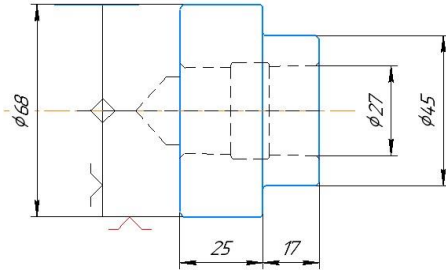
Антивібраційна головка



1 – корпус; 2 – штифт; 3 – колінча шайба; 4 – резинові кільця;  
5 – гайка; 6 – гайка; 7 – втулка; 8 – штанга; 9 – гвинт



Разраб.	Юскевич										
Перевір.	Адаменко										
Н. контр.	Адаменко										
					Найменування операції			Матеріал			
					05 Токарна			Сталь 40Х ГОСТ 4543-71			
					Твердість	ЕВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	КОИД
					Устаткування, пристрій ЧПУ			Позначення програми			
					CORMAK 410x1000						
					То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ		
					1,52				Емульсол СП-3 ГОСТ 5702-75		
Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	v		
001											
T02	Трьохкулачковий самоцентруючий патрон										
003	4. Свердління центрального отвору										
T04	Свердло центровальне комбіноване ГОСТ 14952-75										
P05				13	1	1	0,09	720	45,2		
T06											
007	5 Свердління отвору										
T08	Свердло спіральне ГОСТ 14010-77										
P09			25	55	12,5	1	0,035	400	28,042		
T10											

Разраб.	Юскевич											
Перевір.	Адаменко											
Н. контр.	Адаменко											
					Найменування операції				Матеріал			
					05 Токарна				Сталь 40Х ГОСТ 4543-71			
					Твердість		ЕВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	КОИД
					Устаткування, пристрій ЧПУ				Позначення програми			
					CORMAK 410x1000							
					То		Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ		
					1,52					Емульсол СП-3 ГОСТ 5702-75		
Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	v			
001												
T02	Трьохкулачковий самоцентруючий патрон											
003	6. Розточування конусного отвору											
T04	Різець розточний ГОСТ 18883-73											
P05			27	44	0.4	5	0,7	1000	238,23			
T06												
007												
T08												
P09												
T10												







Разраб.	Чусовлянкін									
Перевір.	Парненко									
				ЗЕНКЕР З НАПАЯНИМИ ПЛАСТИНАМИ						
Н. контр.	Адаменко									
				Найменування операції			Матеріал			
				050 Шліфувальна			Сталь 40Х ГОСТ 4543-71			
				Твердість	ЕВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	КОИД
				Устаткування, пристрій ЧПУ			Позначення програми			
				Фрезерний верстат 6р11						
				То	Тв	Тп.з.	Тшм.	СОЖ		
P		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	v	
001	1. Встановити, закріпити, зняти									
T02	Спеціальний пристрій, трьохкулачковий патрон									
003	2. Шліфування конусного отвору									
T04	Головка шліфувальна ГОСТ 2447-82									
P05			27	40	0,01		5,5	3000	1800	
T06										
007										
T08										